

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 6月13日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-169659

[ST.10/C]:

[JP2003-169659]

出 願 人

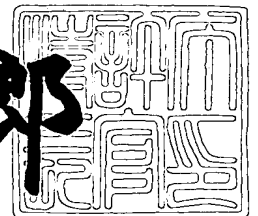
Applicant(s):

アロカ株式会社

2003年 7月 1日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3052066

【書類名】 特許願

【整理番号】 AL1-3215

【提出日】 平成15年 6月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 8/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 アロカ株式会社内

    【氏名】 佐藤 正平

【特許出願人】

    【識別番号】 390029791

    【氏名又は名称】 アロカ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100075258

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 吉田 研二

    【電話番号】 0422-21-2340

【選任した代理人】

    【識別番号】 100096976

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 石田 純

    【電話番号】 0422-21-2340

【先の出願に基づく優先権主張】

    【出願番号】 特願2002-210891

    【出願日】 平成14年 7月19日

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 001753

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0017696

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 超音波探触子及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに隣接する第 1 部分及び第 2 部分を有する積層型の超音波振動子を含み、

前記第 1 部分及び前記第 2 部分は、それぞれ、

垂直方向に互い違いに設けられた複数の第 1 水平電極層及び複数の第 2 水平電極層と、

前記複数の第 1 水平電極層に対して電氣的に接続される第 1 垂直電極層と、

前記複数の第 2 水平電極層に対して電氣的に接続される第 2 垂直電極層と、

を有し、

前記第 1 部分が有する第 1 垂直電極層と、前記第 2 部分が有する第 1 垂直電極層と、が第 1 ギャップ領域を介して隣り合わせとなり且つ同じ極性を有し、

前記超音波振動子は、前記第 1 部分が有する第 1 垂直電極層と、前記第 2 部分が有する第 1 垂直電極層と、前記第 1 ギャップ領域と、で構成される第 1 特定構造を有することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】 請求項 1 記載の超音波探触子において、

前記超音波振動子は、更に、前記第 2 部分に隣接する第 3 部分を含み、

前記第 3 部分は、

前記垂直方向に互い違いに設けられた複数の第 1 水平電極層及び複数の第 2 水平電極層と、

前記複数の第 1 水平電極層を電氣的に接続する第 1 垂直電極層と、

前記複数の第 2 水平電極層を電氣的に接続する第 2 垂直電極層と、

を有し、

前記第 2 部分が有する第 2 垂直電極層と、前記第 3 部分が有する第 2 垂直電極層と、が第 2 ギャップ領域を介して隣り合わせとなり且つ同じ極性を有し、

前記超音波振動子は、更に、前記第 2 部分が有する第 2 垂直電極層と、前記第 3 部分が有する第 2 垂直電極層と、前記第 2 ギャップ領域と、で構成される第 2 特定構造を有することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 3】 請求項 2 記載の超音波探触子において、  
前記第 1 特定構造及び前記第 2 特定構造は、それぞれが水平方向に対称の構造であることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 4】 請求項 2 記載の超音波探触子において、  
前記第 1 特定構造及び前記第 2 特定構造は、互いに垂直方向に反転した関係にあることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 5】 請求項 2 記載の超音波探触子において、  
前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分は、それぞれ、更に、  
前記複数の第 1 水平電極層、前記複数の第 2 水平電極層及び複数の圧電層を有する圧電部と、  
前記圧電部の一方側に形成され、前記複数の第 2 水平電極層に対して前記第 1 垂直電極を絶縁する第 1 絶縁手段と、  
前記圧電部の他方側に形成され、前記複数の第 1 水平電極層に対して前記第 2 垂直電極層を絶縁する第 2 絶縁手段と、  
を有することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 6】 請求項 2 記載の超音波探触子において、  
前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分が有する第 1 垂直電極層は、グラウンド垂直電極層及びシグナル垂直電極層の内の一方であり、  
前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分が有する第 2 垂直電極層は、前記グラウンド垂直電極層及び前記シグナル垂直電極層の内の他方であり、  
前記第 1 特定構造は、グラウンド用特定構造及びシグナル用特定構造の内の一方であり、  
前記第 2 特定構造は、前記グラウンド用特定構造及び前記シグナル用特定構造の内の他方であることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 7】 請求項 2 記載の超音波探触子において、  
前記超音波振動子は、水平方向に互い違いに並べられた複数の第 1 特定構造及び複数の第 2 特定構造を有することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 8】 請求項 2 記載の超音波探触子において、  
前記超音波振動子はアレイ振動子であり、

前記第 1 ギャップ領域及び前記第 2 ギャップ領域はそれぞれ分離溝を有し、  
前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分は、それぞれ、前記アレイ振動子を構成する振動素子であることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 9】 請求項 2 記載の超音波探触子において、  
前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分は、それぞれが、垂直方向に積層化され、且つ、水平方向に複合化されていることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 10】 請求項 9 記載の超音波探触子において、  
前記複合化の方向は、前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分の配列方向としての第 1 水平方向であることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 11】 請求項 9 記載の超音波探触子において、  
前記複合化の方向は、前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分の配列方向としての第 1 水平方向に直交する第 2 水平方向であることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 12】 請求項 9 記載の超音波探触子において、  
前記複合化の方向は、前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分の配列方向としての第 1 水平方向、及び、それに直交する第 2 水平方向の両方であることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 13】 請求項 2 記載の超音波探触子において、  
前記超音波振動子はアレイ振動子であり、  
前記アレイ振動子は複数の振動素子を有し、  
前記各振動素子は、前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分を有することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 14】 請求項 13 記載の超音波探触子において、  
前記各振動素子は、垂直方向に積層化され、且つ、素子長手方向に複合化されたことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 15】 請求項 2 記載の超音波探触子において、  
前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分は、それぞれ、水平方向に連結された圧電部及び樹脂部を含み、  
前記圧電部は積層化され、

前記樹脂部は充填により形成されたことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 1 6】 複数の振動素子を有するアレイ振動子を含み、  
前記各振動素子は、

Z 方向に互い違いに設けられた複数の第 1 水平電極層及び複数の第 2 水平電極層と、

前記複数の第 1 水平電極層に対して電氣的に接続される第 1 垂直電極層と、

前記複数の第 2 水平電極層に対して電氣的に接続される第 2 垂直電極層と、

を有し、

前記アレイ振動子は、X 方向に互い違いに設けられた複数の第 1 特定構造及び複数の第 2 特定構造を有し、

前記各第 1 特定構造においては、隣接する 2 つの振動素子が有する 2 つの第 1 垂直電極が第 1 ギャップ領域を介して隣り合わせとなり、

前記各第 2 特定構造においては、隣接する 2 つの振動素子が有する 2 つの第 2 垂直電極が第 2 ギャップ領域を介して隣り合わせとなることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 1 7】 請求項 1 6 記載の超音波探触子において、  
前記各振動素子は、更に、

前記複数の第 2 水平電極層に対して前記第 1 垂直電極層を電氣的に絶縁する第 1 絶縁手段と、

前記複数の第 1 水平電極層に対して前記第 2 垂直電極層を電氣的に絶縁する第 2 絶縁手段と、

を有することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 1 8】 請求項 1 7 記載の超音波探触子において、  
前記第 1 絶縁手段は、第 1 垂直絶縁層を有し、

前記第 2 絶縁手段は、第 2 垂直絶縁層を有することを特徴とする超音波探触子

。 【請求項 1 9】 請求項 1 6 記載の超音波探触子において、  
前記各振動素子の積層数は 3 であることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2 0】 請求項 1 6 記載の超音波探触子において、

前記アレイ振動子の下面側には、複数の信号線を有するバッキングが設けられ

、  
前記バッキングの上面には、前記複数の振動素子の配列に合わせて、前記複数の信号線の端部が配列されたことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2 1】 請求項 1 6 記載の超音波探触子において、

前記アレイ振動子の上面側にはグランド部材及び整合層が設けられたことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2 2】 請求項 1 6 記載の超音波探触子において、

前記各振動素子は、前記 X 方向に直交する Y 方向に連結された少なくとも 1 つの圧電部及び少なくとも 1 つの樹脂部を有することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2 3】 請求項 1 6 記載の超音波探触子において、

前記各振動素子は、前記 X 方向に連結された少なくとも 1 つの圧電部及び少なくとも 1 つの樹脂部を有することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2 4】 請求項 1 6 記載の超音波探触子において、

前記各振動素子は、前記 X 方向及びそれに直交する Y 方向に連結された複数の圧電部及び複数の樹脂部を有することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2 5】 第 1 内部電極部材及び第 2 内部電極部材を有する積層体に対し、その上面側から複数の第 1 溝を形成し、且つ、その下面側から、前記複数の第 1 溝と平行で且つそれらと互い違いの関係になるように、複数の第 2 溝を形成する工程と、

前記各第 1 溝内の各側面に、前記第 1 内部電極部材に対して電氣的に接続され且つ前記第 2 内部電極部材に対して絶縁された第 1 垂直電極層を形成し、これによって前記複数の第 1 溝に対応して複数の第 1 特定構造を形成する工程と、

前記各第 2 溝内の各側面に、前記第 2 内部電極部材に対して電氣的に接続され且つ前記第 1 内部電極部材に対して絶縁された第 2 垂直電極層を形成し、これによって前記複数の第 2 溝に対応して複数の第 2 特定構造を形成する工程と、

前記複数の第 1 特定構造及び前記複数の第 2 特定構造が形成された後に、前記積層体に対して複数の分離溝を形成し、これにより前記積層体を複数の振動素子に分割する工程と、



を含むことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項 2 6】 請求項 2 5 記載の方法において、

更に、前記複数の第 1 溝及び前記複数の第 2 溝を形成する前に、前記積層体を水平方向に複合化する工程を含むことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項 2 7】 請求項 2 6 記載の方法において、

前記積層体を水平方向に複合化する工程は、  
前記積層体に対して複数の複合化用溝を形成する工程と、  
前記複数の複合化用溝に対して充填材料を充填する工程と、  
を含むことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項 2 8】 請求項 2 5 記載の方法において、

前記複数の第 1 特定構造及び前記複数の第 2 特定構造を形成する工程は、前記積層体を水平方向に複合化する工程を含むことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項 2 9】 請求項 2 8 記載の方法において、

前記積層体を水平方向に複合化する工程は、前記複数の第 1 溝及び前記複数の第 2 溝の中に複合化用の充填材料を充填する工程であることを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項 3 0】 請求項 2 5 記載の方法において、

更に、前記複数の第 1 特定構造及び前記複数の第 2 特定構造を構築する工程の後に、前記積層体を水平方向に複合化する工程を含むことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項 3 1】 請求項 3 0 記載の方法において、

前記積層体を水平方向に複合化する工程は、  
前記積層体に対して複数の複合化用溝を形成する工程と、  
前記複数の複合化用溝に対して充填材料を充填する工程と、  
を含むことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項 3 2】 第 1 内部電極部材及び第 2 内部電極部材を有する積層体に対し、その上面側から複数の第 1 溝を第 1 深さで形成する工程と、

前記積層体に対し、その下面側から、前記複数の第 1 溝と平行で且つそれらと

互い違いの関係になるように、複数の第 2 溝を第 2 深さで形成する工程と、

前記複数の第 1 溝及び前記複数の第 2 溝に対して絶縁材料を充填し、それを硬化させる工程と、

前記各第 1 溝内の各側面に前記硬化した絶縁材料が残存する溝幅で、且つ、前記第 1 深さよりも深い第 3 深さで、前記複数の第 1 溝内の絶縁材料を切削して複数の第 3 溝を形成する工程と、

前記各第 2 溝内の各側面に前記硬化した絶縁材料が残存する溝幅で、且つ、前記第 2 深さよりも深い第 4 深さで、前記複数の第 2 溝内の絶縁材料を切削して複数の第 4 溝を形成する工程と、

前記各第 3 溝内の各側面に、前記第 1 内部電極部材に電氣的に接続された第 1 垂直電極層を形成し、これによって前記積層体に対して複数の第 1 特定構造を形成する工程と、

前記各第 4 溝内の各側面に、前記第 2 内部電極部材に電氣的に接続された第 2 垂直電極層を形成し、これによって前記積層体に対して複数の第 2 特定構造を形成する工程と、

前記複数の第 1 特定構造及び前記複数の第 2 特定構造が形成された後に、前記積層体の上面に上面電極部材を形成し、且つ、前記積層体の下面に下面電極部材を形成する工程と、

前記下面電極部材に対してバックキングを接合する工程と、

前記バックキングの接合後に、前記積層体を複数の振動素子に分割する工程と、  
を含むことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項 3 3】 請求項 3 2 記載の方法において、

前記複数の第 1 特定構造を形成する工程は、前記各第 3 溝内の各側面に前記第 1 垂直電極層が形成された後に、前記複数の第 3 溝内に補強材料又は複合化用の樹脂材料を充填してそれを硬化させる工程を含み、

前記複数の第 2 特定構造を形成する工程は、前記各第 4 溝内の各側面に前記第 2 垂直電極層が形成された後に、前記複数の第 4 溝内に補強材料又は複合化用の樹脂材料を充填してそれを硬化させる工程を含むことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は超音波探触子及びその製造方法に関し、特に、生体の超音波診断において用いられる積層型アレイ振動子の構造及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術及びその課題】

複数の振動素子が配列されたアレイ振動子として、2Dアレイ振動子（スパース型2Dアレイ振動子を含む）、1.5Dアレイ振動子などが知られている。そのようなアレイ振動子においては、それを構成する各振動素子のサイズが非常に小さくなる。このため、各振動素子の電気インピーダンスが極めて高くなり、各振動素子とケーブル（あるいは装置本体）との間で、電氣的なインピーダンス整合がとれなくなる。その結果、著しい感度ロスという問題が生じてしまう。

【0003】

そこで、各振動素子を積層型とする技術が提案されている。この技術によると、各振動素子は、複数の圧電層及び複数の電極層を所定順序で積層した積層体として構成される。具体的には、積層体の下面に下面電極層が設けられ、積層体の上面に上面電極層が設けられ、隣接する2つの圧電層の間に内部電極層が設けられる。そして、それらの複数の電極層における奇数番目の電極層が例えばシグナル電極層とされ、偶数番目の電極層が例えばグランド電極層とされる。複数のシグナル電極層と複数のグランド電極層との間に電圧信号が印加される。この構成によれば、振動素子の電氣的なインピーダンスを下げることができる。

【0004】

上記のような積層型の振動素子については、複数の電極層に対する電氣的な接続が問題となる。特に、複数の内部電極層に対してリードあるいは電極層をどのように接続するのかが問題となる。1つの従来例としては、ビア（振動素子の例えば中央を垂直に通過した細い導電線）を用いる方法があげられる。しかし、振動素子の面積は非常に小さく、そこに事後的に加工を施すのには製作的に困難が伴い、実用的でないという問題がある。

## 【 0 0 0 5 】

これに関し、以下の特許文献 1 には、複数の積層型振動素子からなるアレイ振動子が開示されている。各積層型振動素子の第 1 側面には、グランド内部電極層に接続されたグランド側面電極層が形成され、各振動素子の第 2 側面（第 1 側面と反対側の側面）には、シグナル内部電極層に接続されたシグナル側面電極層が形成されている。このため上記問題を解消、低減することができる。そのアレイ振動子において、隣接する 2 つの振動素子間に着目すると、一方側振動素子のシグナル側面電極層と他方側振動素子のグランド側面電極層とが互いに近接し、且つ、それらの形成範囲は垂直方向にずれている。アレイ振動子の特性を向上するためには、電氣的な絶縁性をより向上することが望まれている。また、アレイ振動子の製造に当たって、位置決め精度を向上できること、製造を容易にすること（例えば、対向する一对の側面電極層を同時形成できるようにすること）、が望まれている。なお、各振動素子における電場を良好に形成することも望まれている。

## 【 0 0 0 6 】

## 【特許文献 1】

特開 2 0 0 1 - 2 9 3 4 6 号公報

## 【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、良好な性能を有する積層型アレイ振動子を備えた超音波探触子及びその製造方法を提供することにある。

## 【 0 0 0 8 】

本発明の他の目的は、積層型アレイ振動子を備えた超音波探触子の製造を容易化することにある。

## 【 0 0 0 9 】

## 【課題を解決するための手段】

（1）本発明に係る超音波探触子は、互いに隣接する第 1 部分及び第 2 部分を有する積層型の超音波振動子を含み、前記第 1 部分及び前記第 2 部分は、それぞれ、垂直方向に互い違いに設けられた複数の第 1 水平電極層及び複数の第 2 水平電極層と、前記複数の第 1 水平電極層に対して電氣的に接続される第 1 垂直電極層

と、前記複数の第 2 水平電極層に対して電氣的に接続される第 2 垂直電極層と、を有し、前記第 1 部分が有する第 1 垂直電極層と、前記第 2 部分が有する第 1 垂直電極層と、が第 1 ギャップ領域を介して隣り合わせとなり且つ同じ極性を有し、前記超音波振動子は、前記第 1 部分が有する第 1 垂直電極層と、前記第 2 部分が有する第 1 垂直電極層と、前記第 1 ギャップ領域と、で構成される第 1 特定構造を有する。

## 【 0 0 1 0 】

上記構成において、超音波振動子は、1 D アレイ振動子、1.5 D アレイ振動子、2 D アレイ振動子などである。第 1 部分及び第 2 部分は、水平方向に隣接して形成され、それぞれ積層化されている。つまり、第 1 部分及び第 2 部分は、隣接した 2 つの積層型振動素子に相当し、あるいは、ある積層型振動素子における水平方向に相互連結された 2 つの区画あるいはブロックに相当する。第 1 部分と第 2 部分とに跨って（あるいはそれらの間に）、第 1 特定構造が形成される。第 1 特定構造は、第 1 部分及び第 2 部分が有する複数の第 1 水平電極層に対して、グランドライン又はシグナルラインを接続する機能を有する。第 1 特定構造は、離間されつつ互いに向き合う一対の第 1 垂直電極層（第 1 部分の第 1 垂直電極層及び第 2 部分の第 1 垂直電極層）を有する。一対の第 1 垂直電極層は、同じ極性（グランド又はシグナル）を有するので、絶縁性の向上など、電氣的性能を向上できる利点がある。第 1 ギャップ領域の中に、補強層、絶縁層、複合化のための樹脂層、素子分離溝、などを設けるようにしてもよい。各垂直電極層は、側面電極、内部電極などとして機能する。各垂直電極層は面状の形態で形成するのが望ましいが、それ以外の形態を採用することもできる。アレイ振動子がコンベックス形状を有していてもよい。その場合、各振動素子ごとに、垂直方向が超音波伝播方向として定義される。

## 【 0 0 1 1 】

望ましくは、前記超音波振動子は、更に、前記第 2 部分に隣接する第 3 部分を含み、前記第 3 部分は、前記垂直方向に互い違いに設けられた複数の第 1 水平電極層及び複数の第 2 水平電極層と、前記複数の第 1 水平電極層を電氣的に接続する第 1 垂直電極層と、前記複数の第 2 水平電極層を電氣的に接続する第 2 垂直電

極層と、を有し、前記第 2 部分が有する第 2 垂直電極層と、前記第 3 部分が有する第 2 垂直電極層と、が第 2 ギャップ領域を介して隣り合わせとなり且つ同じ極性を有し、前記超音波振動子は、更に、前記第 2 部分が有する第 2 垂直電極層と、前記第 3 部分が有する第 2 垂直電極層と、前記第 2 ギャップ領域と、で構成される第 2 特定構造を有する。

## 【 0 0 1 2 】

上記構成において、第 1 部分、第 2 部分及び第 3 部分は水平方向に並んで形成される。第 1 部分と第 2 部分とに跨って（あるいはそれらの間に）第 1 特定構造が形成され、第 2 部分と第 3 部分とに跨って（あるいはそれらの間に）第 2 特定構造が形成される。第 1 特定構造と第 2 特定構造は、互いに異なる極性を有する。第 2 特定構造においても、第 1 特定構造と同様に、それが有する一对の第 2 垂直電極層が、第 2 ギャップ領域を介して互いに対向し、また同じ極性を有する。

## 【 0 0 1 3 】

望ましくは、前記第 1 特定構造及び前記第 2 特定構造は、それぞれが水平方向に対称の構造である。望ましくは、前記第 1 特定構造及び前記第 2 特定構造は、互いに垂直方向に反転した関係にある。

## 【 0 0 1 4 】

上記の特定構造（第 1 特定構造、第 2 特定構造）は、近接して互いに向き合う同じ極性をもった一对の垂直電極層を有する。この観点から、特定構造を「対向構造」あるいは「隣合せ構造」と表現することもできる。特定構造は、水平方向に非対称構造として構築することもできるが、その製造を簡易にするために、水平方向に対称（面対称）構造あるいはミラー構造として構築するのが望ましい。各特定構造は、例えば、溝形成、材料充填などを繰り返して容易に製作できる。

## 【 0 0 1 5 】

望ましくは、前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分は、それぞれ、更に、前記複数の第 1 水平電極層、前記複数の第 2 水平電極層及び複数の圧電層を有する圧電部と、前記圧電部の一方側に形成され、前記複数の第 2 水平電極層に対して前記第 1 垂直電極を絶縁する第 1 絶縁手段と、前記圧電部の他方側に形成され、前記複数の第 1 水平電極層に対して前記第 2 垂直電極層を絶縁する第 2 絶

縁手段と、を有する。

【 0 0 1 6 】

上記構成によれば、第 1 絶縁手段及び第 2 絶縁手段により、シグナル及びグラウンドの各極性について必要な絶縁を行えると共に、一对の垂直電極層に起因して生じる可能性がある、圧電部（より正確に言えば、複数の圧電層及び複数の水平電極層で構成される圧電部本体）内における電場の乱れや歪みを防止又は軽減できる。よって、圧電部における電気機械変換効率を良好にできる。

【 0 0 1 7 】

望ましくは、前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分が有する第 1 垂直電極層は、グラウンド垂直電極層及びシグナル垂直電極層の内の一方であり、前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分が有する第 2 垂直電極層は、前記グラウンド垂直電極層及び前記シグナル垂直電極層の内の他方であり、前記第 1 特定構造は、グラウンド用特定構造及びシグナル用特定構造の内の一方であり、前記第 2 特定構造は、前記グラウンド用特定構造及び前記シグナル用特定構造の内の他方である。

【 0 0 1 8 】

望ましくは、前記超音波振動子はアレイ振動子であり、前記第 1 ギャップ領域及び前記第 2 ギャップ領域はそれぞれ分離溝を有し、前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分は、それぞれ、前記アレイ振動子を構成する振動素子である。望ましくは、前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分は、それぞれが、垂直方向に積層化され、且つ、水平方向に複合化されている。

【 0 0 1 9 】

上記の複合化によって、各振動素子の音響インピーダンスを調整できる（望ましくは低下できる）、周波数帯域を調整できる（望ましくは拡大できる）、などの 1 又は複数の利点を得られる。望ましくは、前記複合化の方向は、前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分の配列方向としての第 1 水平方向、それに直交する第 2 水平方向、あるいは、第 1 水平方向及び第 2 水平方向の両方向、である。

【 0 0 2 0 】

望ましくは、前記超音波振動子はアレイ振動子であり、前記アレイ振動子は複数の振動素子を有し、前記各振動素子は、前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分を有する。望ましくは、前記各振動素子は、垂直方向に積層化され、且つ、素子長手方向に複合化される。素子長手方向は、一方の水平方向であり、後述の実施形態では X 方向である。

#### 【 0 0 2 1 】

望ましくは、前記第 1 部分、前記第 2 部分及び前記第 3 部分は、それぞれ、水平方向に連結された圧電部及び樹脂部を含み、前記圧電部は積層化され、前記樹脂部は充填により形成される。

#### 【 0 0 2 2 】

(2) 本発明に係る超音波探触子は、複数の振動素子を有するアレイ振動子を含み、前記各振動素子は、Z 方向に互い違いに設けられた複数の第 1 水平電極層及び複数の第 2 水平電極層と、前記複数の第 1 水平電極層に対して電氣的に接続される第 1 垂直電極層と、前記複数の第 2 水平電極層に対して電氣的に接続される第 2 垂直電極層と、を有し、前記アレイ振動子は、X 方向に互い違いに設けられた複数の第 1 特定構造及び複数の第 2 特定構造を有し、前記各第 1 特定構造においては、隣接する 2 つの振動素子が有する 2 つの第 1 垂直電極層が第 1 ギャップ領域を介して隣り合わせとなり、前記各第 2 特定構造においては、隣接する 2 つの振動素子が有する 2 つの第 2 垂直電極層が第 2 ギャップ領域を介して隣り合わせとなる。

#### 【 0 0 2 3 】

上記構成によれば、X 方向に互い違いに複数の第 1 特定構造と複数の第 2 特定構造とが形成される。X 方向に隣接する 2 つの振動素子に着目すると、一方側振動素子の垂直電極層と他方側振動素子の垂直電極層とがギャップ領域を介して近接して向かい合うが、それらは同じ極性を有する。よって、絶縁性あるいは耐電圧性の面で利点がある。

#### 【 0 0 2 4 】

望ましくは、前記各振動素子は、更に、前記複数の第 2 水平電極層に対して前記第 1 垂直電極層を電氣的に絶縁する第 1 絶縁手段と、前記複数の第 1 水平電極



層に対して前記第2垂直電極層を電氣的に絶縁する第2絶縁手段と、を有する。  
ここで、望ましくは、前記第1絶縁手段は、第1垂直絶縁層を有し、前記第2絶縁手段は、第2垂直絶縁層を有する。

## 【0025】

上記構成によれば、第1絶縁手段によって複数の第2水平電極層から第1垂直電極層が絶縁され、第2絶縁手段によって複数の第1水平電極層から第2垂直電極層が絶縁される。第1絶縁手段及び第2絶縁手段により、各垂直電極層が存在することに起因して生じる可能性がある、素子内部での電場の乱れを防止又は軽減できる。

## 【0026】

アレイ振動子の製造プロセス中、温度上昇等によって圧電材料の分極が減少し、あるいは消失する可能性がある。そのような場合には、再分極工程が追加的に実施される。この再分極工程の実施時に、上記の第1絶縁手段及び第2絶縁手段があることにより、分極は歪みにくくなる。第1絶縁手段及び第2絶縁手段の材料の比誘電率が振動素子の材料の比誘電率に比べて小さい程、この効果は大きい。例えば、その比率は1/1000程度であるのが好ましい。

## 【0027】

望ましくは、前記アレイ振動子の下面側には、複数の信号線を有するバッキングが設けられ、前記バッキングの上面には、前記複数の振動素子の配列に合わせて、前記複数の信号線の端部が配列される。望ましくは、前記アレイ振動子の上面側にはグランド部材及び整合層が設けられる。

## 【0028】

望ましくは、前記各振動素子は、前記X方向に直交するY方向に連結された少なくとも1つの圧電部及び少なくとも1つの樹脂部を有する。望ましくは、前記各振動素子は、前記X方向に連結された少なくとも1つの圧電部及び少なくとも1つの樹脂部を有する。望ましくは、前記各振動素子は、前記X方向及びそれに直交するY方向に連結された複数の圧電部及び複数の樹脂部を有する。上記の樹脂部は、高分子材料、ポリマー材料などで構成される。また、樹脂部は、充填及び硬化される樹脂材料によって構成されるのが望ましい。

## 【 0 0 2 9 】

(3) 本発明に係る超音波探触子の製造方法は、第1内部電極部材及び第2内部電極部材を有する積層体に対し、その上面側から複数の第1溝を形成し、且つ、その下面側から、前記複数の第1溝と平行で且つそれらと互い違いの関係になるように、複数の第2溝を形成する工程と、前記各第1溝内の各側面に、前記第1内部電極部材に対して電氣的に接続され且つ前記第2内部電極部材に対して絶縁された第1垂直電極層を形成し、これによって前記複数の第1溝に対応して複数の第1特定構造を形成する工程と、前記各第2溝内の各側面に、前記第2内部電極部材に対して電氣的に接続され且つ前記第1内部電極部材に対して絶縁された第2垂直電極層を形成し、これによって前記複数の第2溝に対応して複数の第2特定構造を形成する工程と、前記複数の第1特定構造及び前記複数の第2特定構造が形成された後に、前記積層体に対して複数の分離溝を形成し、これにより前記積層体を複数の振動素子に分割する工程と、を含む。

## 【 0 0 3 0 】

上記構成によれば、積層体に対する溝形成及び溝充填を段階的に繰り返す手法によって、水平方向に互い違いに複数の第1特定構造及び複数の第2特定構造を製作できるので、製造プロセスが容易化あるいは簡略化され、また、積層された部材間における水平方向の位置決め誤差の発生を防止できる。

## 【 0 0 3 1 】

望ましくは、更に、前記複数の第1溝及び前記複数の第2溝を形成する前に、前記積層体を水平方向に複合化する工程を含む。望ましくは、前記積層体を水平方向に複合化する工程は、前記積層体に対して複数の複合化用溝を形成する工程と前記複数の複合化用溝に対して充填材料を充填する工程とを含む。

## 【 0 0 3 2 】

望ましくは、前記複数の第1特定構造及び前記複数の第2特定構造を形成する工程は、前記積層体を水平方向に複合化する工程を含む。望ましくは、前記積層体を水平方向に複合化する工程は、前記複数の第1溝及び前記複数の第2溝の中に複合化用の充填材料を充填する工程を含む。

## 【 0 0 3 3 】

望ましくは、更に、前記複数の第 1 特定構造及び前記複数の第 2 特定構造を構築する工程の後に、前記積層体を水平方向に複合化する工程を含む。望ましくは、前記積層体を水平方向に複合化する工程は、前記積層体に対して複数の複合化用溝を形成する工程と、前記複数の複合化用溝に対して充填材料を充填する工程と、を含む。

## 【 0 0 3 4 】

複合化された超音波振動子は、一般に、広帯域化という利点を有するが、その反面、電氣的インピーダンスが大きくなって感度が低下するという問題を有する。上記のような手法によって、超音波振動子を複合化すると共に積層化し、これによって、超音波振動子を広帯域化しつつ、その電氣的インピーダンスを下げる事が可能となる。これにより、感度を向上できる。また、積層化された後に複合化するので、積層された部材間における水平方向の位置決め誤差の問題を解消又は軽減できる。その結果、超音波探触子の性能を向上できる。

## 【 0 0 3 5 】

( 4 ) 本発明に係る超音波探触子の製造方法は、第 1 内部電極部材及び第 2 内部電極部材を有する積層体に対し、その上面側から複数の第 1 溝を第 1 深さで形成する工程と、前記積層体に対し、その下面側から、前記複数の第 1 溝と平行で且つそれらと互い違いの関係になるように、複数の第 2 溝を第 2 深さで形成する工程と、前記複数の第 1 溝及び前記複数の第 2 溝に対して絶縁材料を充填し、それを硬化させる工程と、前記各第 1 溝内の各側面に前記硬化した絶縁材料が残存する溝幅で、且つ、前記第 1 深さよりも深い第 3 深さで、前記複数の第 1 溝内の絶縁材料を切削して複数の第 3 溝を形成する工程と、前記各第 2 溝内の各側面に前記硬化した絶縁材料が残存する溝幅で、且つ、前記第 2 深さよりも深い第 4 深さで、前記複数の第 2 溝内の絶縁材料を切削して複数の第 4 溝を形成する工程と、前記各第 3 溝内の各側面に、前記第 1 内部電極部材に電氣的に接続された第 1 垂直電極層を形成し、これによって前記積層体に対して複数の第 1 特定構造を形成する工程と、前記各第 4 溝内の各側面に、前記第 2 内部電極部材に電氣的に接続された第 2 垂直電極層を形成し、これによって前記積層体に対して複数の第 2 特定構造を形成する工程と、前記複数の第 1 特定構造及び前記複数の第 2 特定構造

が形成された後に、前記積層体の上面に上面電極部材を形成し、且つ、前記積層体の下面に下面電極部材を形成する工程と、前記下面電極部材に対してバッキングを接合する工程と、前記バッキングの接合後に、前記積層体を複数の振動素子に分割する工程と、を含む。

## 【 0 0 3 6 】

望ましくは、前記複数の第 1 特定構造を形成する工程は、前記各第 3 溝内の各側面に前記第 1 垂直電極層が形成された後に、前記複数の第 3 溝内に補強材料又は複合化用の樹脂材料を充填してそれを硬化させる工程を含み、前記複数の第 2 特定構造を形成する工程は、前記各第 4 溝内の各側面に前記第 2 垂直電極層が形成された後に、前記複数の第 4 溝内に補強材料又は複合化用の樹脂材料を充填してそれを硬化させる工程を含む。

## 【 0 0 3 7 】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

## 【 0 0 3 8 】

図 1 には、超音波探触子の製造プロセスの第 1 例がフローチャートとして示されている。この超音波探触子は、生体を超音波診断する超音波診断装置に対してプローブケーブルを介して接続され、超音波の送受波を行うことによりエコーデータを取り込むプローブである。ちなみに、この超音波探触子は、生体の表面上に当接して用いられるものであってもよいし、生体の体腔内に挿入して用いられるものであってもよい。以下に、その超音波探触子の製造プロセスを説明し、それに併せて、超音波探触子（特にアレイ振動子）の構造上の特徴について説明する。

## 【 0 0 3 9 】

図 1 に示す S 1 0 1 の工程に先立って、図 2 に示すような分極済みの積層体（積層アセンブリ）1 0 が用意される。積層体 1 0 を構成する複数の部材はあらかじめ相互に接着されている。具体的には、積層体 1 0 は、図 2 に示されるように、全体として、平板状の形状を有し、具体的には、複数の圧電部材（圧電体）1 2，1 4，1 6 を有する。それらの中で、隣接する 2 つの圧電部材 1 2，1 4

(14, 16)の間に、水平電極部材としての内部電極部材18, 20が設けられている。この積層体10における、X方向のサイズは例えば20mmであり、Y方向のサイズは例えば20mmであり、Z方向のサイズは例えば0.51mmである。ちなみに、圧電部材12, 14, 16の材料としては、公知のPZTなどの圧電材料をあげることができる。もちろん、それ以外の材料(例えば複合材料)で各圧電部材12, 14, 16を構成するようにしてもよい。なお、図2～図9においては、図面における左右方向がX方向(第1水平方向)であり、図面における上下方向がZ方向(垂直方向)である。Z方向は超音波の送受波方向に相当する。

#### 【0040】

図1に示されるS101では、図3に示されるように、複数の基礎溝22, 24が形成される。具体的には、積層体10の上面10A側から、X方向に一定間隔(ピッチ)Tをもって、複数の基礎溝(第1溝)22が形成される。この場合において、複数の基礎溝22におけるピッチTは、複数の振動素子におけるピッチの2倍とされる。上記と同様に、積層体10の下面10B側から、X方向に一定間隔(ピッチ)Tをもって複数の基礎溝(第2溝)24が形成される。それらの複数の基礎溝24におけるピッチTも複数の振動素子におけるピッチの2倍である。ただし、複数の基礎溝22と複数の基礎溝24は、X方向において互い違いに形成されている。複数の基礎溝22及び複数の基礎溝24は、それぞれY方向に伸長した矩形の溝である。すなわち、それらの基礎溝22, 24は互いに平行である。ここで、それらの基礎溝22, 24の幅W1は、後述する特定構造(対向構造、隣合せ構造)(後の図9における符号200U, 200Dを参照)を構築できる限りにおいて、適当な大きさに設定され、例えば、そのW1は0.08mmである。なお、積層体10は、一般に、積層されたn個の圧電部材によって構成され、ここでnは望ましくは奇数であり、特に望ましくは3である。

#### 【0041】

また、各基礎溝22の深さL1は、上面10Aから見て2番目の内部電極部材20の手前までの深さとされ、例えばそのL1は0.3mmである。これは、各基礎溝24の深さL1についても同様であり、深さL1は下面10Bから見て2

番目の内部電極体 1 8 の手前までの深さである。このような基礎溝 2 2, 2 4 の形成により、内部電極体 1 8 は複数の要素 1 8 A に分割され、これと同様に、内部電極体 2 0 も複数の要素 2 0 A に分割される。ちなみに、基礎溝 2 2, 2 4 を形成する場合には、例えばダイシングソーなどの切削加工器具を用いることができる。これは後述する各種の溝の形成に当たっても同様である。

#### 【 0 0 4 2 】

図 1 の S 1 0 2 では、図 4 に示されるように、S 1 0 1 で形成された複数の基礎溝 2 2, 2 4 に対して、絶縁材 2 6, 2 8 が充填される。この絶縁材 2 6, 2 8 は、それを薄く形成した場合においても耐電圧レベルの高い材料であるのが望ましく、例えばポリイミド樹脂やエポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂などを用いることができる。図 4 においては、基礎溝 2 2 に充填された絶縁材が符号 2 6 で示されており、一方、基礎溝 2 4 に充填された絶縁材が符号 2 8 で示されている。

#### 【 0 0 4 3 】

図 1 の S 1 0 3 では、図 5 に示されるように、各基礎溝 2 2, 2 4 に対応してそれぞれ切削溝（第 3 溝 3 0, 第 4 溝 3 2）が形成される。具体的には、図 5 において、各基礎溝 2 2 に充填された絶縁材料 2 6 に対して、その中央部を突き抜けるように切削溝 3 0 が切削加工により形成される。これと同様に、各基礎溝 2 4 に充填された絶縁材 2 8 に対しても、その中央部を貫くように切削溝（連絡溝、第 4 溝）3 2 が形成される。ここで、各切削溝 3 0, 3 2 の幅 W 2 は上記の基礎溝 2 2, 2 4 の幅 W 1 よりも小さく、例えば 0. 0 4 mm である。また切削溝 3 0 の深さ L 2 は、基礎溝 2 2 の深さ L 1 を超えてさらに上面から 2 番目の内部電極部材 2 0 を切断する深さとして設定され、例えば L 2 は 0. 3 6 mm である。これは切削溝 3 2 についても同様であり、下面側から 2 番目の内部電極部材 1 8 を貫くようにその深さ L 2 が設定されている。それらの切削溝 3 0, 3 2 の形成により、各基礎溝 2 2, 2 4 の内部には、その溝内の各側面に一定の厚みで側面絶縁層 2 6 A, 2 6 B, 2 8 A, 2 8 B が残存することになる。また、それらの切削溝 3 0, 3 2 の形成より、上述した各部分 1 8 A, 2 0 A（図 5 参照）はさらに二分割されることになり、具体的には、水平電極層としての複数の内部電極層 1 8 B, 2 0 B が形成される。S 1 0 2 ～ S 1 0 3 は、CVD 法などによる

絶縁膜の形成工程として置き換えることもできる。

【 0 0 4 4 】

なお、図 5 に示す工程において、各切削溝 3 0, 3 2 の深さをあまり大きくすると、積層体 1 0 自体が分断されてしまうため、そのような分断が生じない程度に各切削溝 3 0, 3 2 の深さ L 2 を設定するのが望ましい。

【 0 0 4 5 】

図 1 に示す S 1 0 4 では、図 6 に示すように、各切削溝 3 0, 3 2 の内部における各側面上に面状の導電膜 3 4, 3 6 が形成される。この導電膜 3 4, 3 6 は例えば無電解メッキ法や蒸着法などを利用して形成することができる。各導電膜 3 4, 3 6 は、最終的に、一对の垂直電極層（側面電極層など）をなすものである。図 6 に示す段階においては、導電膜 3 4 が内部電極層 2 0 B に対してコンタクト部 1 0 0 を介して電氣的に接続されており、一方、導電膜 3 4 は内部電極層 1 8 B に対して垂直絶縁層 2 6 A, 2 6 B により絶縁されている。これは導電膜 3 6 についても同様であり、その導電膜 3 6 はコンタクト部 1 0 2 によって内部電極層 1 8 B に電氣的に接続されている。なお、図 6 に示す工程において、切削溝 3 0, 3 2 内に導電性部材を充填し、必要な切削加工を行うことにより、導電膜 3 4, 3 6 を形成するようにしてもよい。

【 0 0 4 6 】

図 1 に示す S 1 0 5 では、図 7 に示すように、各切削溝 3 0, 3 2 の内部に、具体的には各導電膜 3 4, 3 6 によって囲まれる空間内に、補強材 3 8, 4 0 が充填される。この補強材 3 8, 4 0 は導電膜 3 4, 3 6 を覆ってそれらを保護する部材として機能する。補強材 3 8, 4 0 は絶縁性を有する材料によって構成される。その補強材 3 8, 4 0 は、熱硬化性をもった高分子材料、重合体材料、樹脂材料などを用いて構成するのが望ましい。なお、補強材 3 8, 4 0 が複合化のための材料として用いられてもよく、それに関しては後に詳述する。

【 0 0 4 7 】

図 1 に示す S 1 0 6 では、図 8 に示されるように、まず、積層体 1 0 の上面 1 0 A 及び下面 1 0 B に対して、それらを平面にするための研磨加工が施される。そのような加工により、導電膜 3 4, 3 6 の端面が上方又は下方へ向けて適正に

露出することになる。その後、スパッタ法や蒸着法などを利用して、上面 1 0 A 及び下面 1 0 B に対して、一定の厚みをもって、水平電極部材としての上面電極部材 4 2 及び下面電極部材 4 4 が形成される。この場合においては、各導電膜 3 4 の端面はコンタクト部 1 0 4 を介して上面電極部材 4 2 に電氣的に接続され、これと同様に、各電極膜 3 6 の端面もコンタクト部 1 0 6 を介して下面電極部材 4 4 に電氣的に接続される。

## 【 0 0 4 8 】

図 1 の S 1 0 7 では、積層体 1 0 の下面側にバックング 5 1 が接着される。後述するように、そのバックング 5 1 は多数の信号線を内蔵したものであり、積層体 1 0 へのバックング 5 1 の接着にあたっては例えば導電性接着剤などが利用される。

## 【 0 0 4 9 】

そして、S 1 0 8 では、S 1 0 7 で形成された組立体（バックング 5 1 付きの積層体 1 0）に対し、図 9 及び図 1 0 に示されるように、複数の分離溝が切削加工により形成される。ここで、図 1 0 は、図 9 に示す A - A' 断面を示すものであり、図 1 0 における左右方向は Y 方向であり、その上下方向は Z 方向である。

## 【 0 0 5 0 】

具体的には、上述した補強材 3 8 の中央部を貫通するように、幅 W 3 をもって、上面側から複数の分離溝 4 6, 4 8 が X 方向に一定間隔で形成される。ここで、各分離溝（第 5 溝）4 6, 4 8 は、Y 方向に伸長している。各分離溝 4 6 は、上面側に変位した各第 1 特定構造（第 1 対向構造）2 0 0 U に対して形成されるものであり、各分離溝 4 8（第 6 溝）は、下面側に変位した各第 2 特定構造（第 2 対向構造）2 0 0 D に対して形成される。各特定構造 2 0 0 U, 2 0 0 D については、後に詳述するが、各特定構造 2 0 0 U, 2 0 0 D は、分離溝 4 6, 4 8 に対して左右対称構造を有する。ここで、それらの分離溝 4 6, 4 8 の幅 W 3 は、上記の補強材 3 8 の幅よりも小さく、例えばその W 3 は、0. 0 3 m m である。また、それらの分離溝 4 6, 4 8 の深さ L 3 は、少なくとも、バックング 5 1 における電極部材 6 0 を貫通する深さに設定され、例えば、その L 3 は 0. 6 m m である。



## 【 0 0 5 1 】

図 1 0 に示すように、積層体 1 0 には、Y 方向に並んだ複数の分離溝 5 0 も形成される。各分離溝 5 0 は、X 方向に伸長している。各分離溝 5 0 の幅及び深さは、分離溝 4 6, 4 8 の幅 W 3 及び深さ L 3 と同じである。ちなみに、複数の分離溝 5 0 は、複数の分離溝 4 6, 4 8 の形成の前あるいは後に形成される。

## 【 0 0 5 2 】

複数の分離溝 4 6, 4 8 とは異なるサイズで複数の分離溝 5 0 を形成することも可能である。ただし、複数の分離溝 5 0 の形成に際しても、少なくとも積層体 1 0 及び電極部材 6 0 が切断される深さまで切削を行う必要がある。各分離溝 4 6, 4 8, 5 0 に対して、絶縁材料、音響分離材料、補強材料などを充填するようにしてもよい。

## 【 0 0 5 3 】

図 9 において、バッキング 5 1 について説明すると、そのバッキング 5 1 は、大別してバッキング材料 5 2、その上面に設けられた電極部材 6 0、及び、バッキング材料 5 2 内にマトリクス状に設けられた複数の信号線 5 8 によって構成される。複数の信号線 5 8 は、複数の振動素子の二次元配列に対応した配列で設けられている。各信号線 5 8 は、その内部のシグナルリードとして機能する芯材 5 6 と、それを取り囲む被覆層 5 4 と、によって構成される。

## 【 0 0 5 4 】

以上のように、積層体 1 0 に対して、X 方向に並んだ複数の分離溝 4 6, 4 8 を形成し、且つ、積層体 1 0 に対して、Y 方向に並んだ複数の分離溝 5 0 を形成すると、それによって、積層体 1 0 が複数の振動素子に分割される。その状態では、図 2 に示した圧電部材 1 2 は、複数の圧電層 1 2 A に分割されており、これと同様に、圧電部材 1 4, 1 6 についても、それぞれ複数の圧電層 1 4 A, 1 6 A に分割されている。また、図 2 に示した内部電極部材 1 8, 2 0 についても、複数の内部電極層 1 8 B, 2 0 B に分割されている。また、上述したように、バッキング 5 1 における電極部材 6 0 も複数の分割され、これにより複数の電極パッド 6 0 A が構成されている。電氣的な接続関係については後に図 1 2 を用いて説明する。

## 【 0 0 5 5 】

図 1 1 には、図 9 に示す B - B' 断面が示されている。上述したように、複数の分離溝 4 6（あるいは 4 8）の形成により、X 方向（図中の左右方向）に隣接する振動素子ペアごとに、そのペアを構成する 2 つの振動素子の端部に跨って、特定構造 2 0 0 が形成される。特定構造 2 0 0 としては、グランド用の第 1 特定構造 2 0 0 U と、シグナル用の第 2 特定構造 2 0 0 D とがある（図 9 参照）。それらの特定構造 2 0 0 U、2 0 0 D は、互いに上下対称の関係にある。また、それらの特定構造 2 0 0 U、2 0 0 D は、それぞれが、その中心面（具体的には、分離溝 4 6、4 8 の中心に仮想的に存在する垂直面）に対して面对称の構造を有する。

## 【 0 0 5 6 】

図 1 1 に示すように、特定構造 2 0 0 は、一方側振動素子に形成された垂直電極層（側面電極層）3 4 A と、他方側振動素子に形成された垂直電極層（側面電極層）3 4 B と、それらの垂直電極層 3 4 A、3 4 B の間に存在するギャップ領域と、を有する。より詳しくは、特定構造 2 0 0 は、一方側振動素子に形成された垂直絶縁層 2 6 A、垂直電極層 3 4 A 及び側面補強層 3 8 A と、他方側振動素子に形成された垂直絶縁層 2 6 B、垂直電極層 3 4 B 及び側面補強層 3 8 B と、側面補強層 3 8 A、3 8 B の間に存在する分離溝 4 6 と、で構成される。この例では、ギャップ領域は、側面補強層 3 8 A、3 8 B 及び分離溝 4 6、4 8 を合わせた領域として定義される。後述する他の例では、ギャップ領域は、複合化用の充填層、及び分離溝 4 6 を合わせた領域として定義される。

## 【 0 0 5 7 】

図 1 における S 1 0 9 では、以上のように複数の振動素子からなるアレイ振動子が形成された後、そのアレイ振動子の上面側に例えば銅箔などによって構成されるグランド電極部材が設けられ、更に、その上に二次元配列された複数の整合層が設けられる。そのように形成された組立体が図示されていない探触子ケース内に配置される。

## 【 0 0 5 8 】

図 1 2 には、アレイ振動子における電氣的な接続関係が模式的に示されている

。ここで、振動素子 2 0 2, 2 0 4 に着目する。振動素子 2 0 2, 2 0 4 はそれらの間を境として互いに対称の構造を有している。振動素子 2 0 2 においては、上方から奇数番目に存在する上面電極層 4 2 A 及び内部電極層 2 0 B に対して、垂直電極層 3 4 B が電氣的に接続されている。また、上方から偶数番目に存在する内部電極層 1 8 B 及び下面電極層 4 4 A に対して、垂直電極層 3 6 A が電氣的に接続されている。よって、下面電極層 4 4 A にシグナルリードを接続し、上面電極層 4 2 A にグランド電極部材を接続すれば、振動素子 2 0 2 をいわゆる積層型振動素子として機能させることができる。振動素子 2 0 4 においても、上記同様に、上方から奇数番目に存在する上面電極層 4 2 A 及び内部電極層 2 0 B に対して、垂直電極層 3 4 A が電氣的に接続されている。また、上方から偶数番目に存在する内部電極層 1 8 B 及び下面電極層 4 4 A に対して、垂直電極層 3 6 B が電氣的に接続されている。

## 【 0 0 5 9 】

振動素子 2 0 2 における垂直電極層 3 6 A と、振動素子 2 0 4 における垂直電極層 3 6 B は対称関係にあるためにその製作は容易である。また、振動素子 2 0 2 における垂直電極層 3 6 A と、振動素子 2 0 4 における垂直電極層 3 6 B は近接対向しているが、互いに同じ極性を有しているので、絶縁性の面で有利である。

## 【 0 0 6 0 】

上記実施形態に係る超音波探触子によれば、積層型振動素子を利用することができるので、電氣的なインピーダンスを低減することができ、また垂直電極層を利用するので振動素子における振動面積のロスあるいは振動効率の低下といった問題を軽減又は解消することができる。すなわち高感度化を図ることが可能となる。さらに、上述した製造プロセスによれば、2 種類の特定構造を互い違いに設定して、各積層型振動素子に対して確実に電氣的接続を行える。更に、対向する 2 つの垂直電極層の極性が同じであるので、シグナルラインとグランドラインとの間の耐電圧レベルを上げることができる。

## 【 0 0 6 1 】

以下に、超音波探触子の製造プロセスの他の幾つかの例について説明する。以

下に説明する各製造プロセスは、上記製造プロセスと同様に、複数の特定構造を構築する工程を有し、一方、上記製造プロセスとは異なり、積層体を複合化する工程を有する。なお、それぞれの例において、同様の構成には同一符号を付することにする。

#### 【 0 0 6 2 】

まず、図 1 3 ～ 図 2 0 を用いて、超音波探触子の製造プロセスの第二例について説明する。この例は、積層体に対する複合化を前もって行うことを特徴としている。

#### 【 0 0 6 3 】

図 1 3 には、製造プロセスがフローチャートとして示されている。S 2 0 1 では、積層体が複合化される。これを具体的に説明する。図 1 4 には積層体 1 0 が示されている。この積層体 1 0 は、図 2 に示した積層体 1 0 と同一であるが、図 1 4 と図 2 とでは、断面の方向が異なっている。図 1 5 に示すように、積層体 1 0 の下面側に、接着材料 3 0 2 を利用してベース部材 3 0 0 が接合される。次に、図 1 6 に示すように、積層体 1 0 に対して、その上面側から複数の複合化用の溝 3 0 4 が Y 方向に一定間隔をもって形成される。その溝 3 0 4 の深さは、積層体 1 0 の全体を越えて、ベース部材 3 0 0 が若干切削される程度である。複数の溝 3 0 4 の形成により、圧電部材 1 2, 1 4, 1 6 は複数の要素 1 2 B, 1 4 B, 1 6 B に分割され、同時に、複数の内部電極部材 1 8, 2 0 も複数の要素 1 8 B, 2 0 B に分割される。この段階において、複数の圧電部 3 0 5 が形成される。各圧電層は、垂直方向に積層された要素 1 2 B, 1 4 B, 1 6 B, 1 8 B, 2 0 B で構成される。ベース部材 3 0 0 によって複数の圧電部 3 0 5 がバラバラに分離してしまう問題が防止されている。次に、複数の溝 3 0 4 に対して、充填材料としての樹脂材料が充填され、その樹脂材料を硬化させるために積層体 1 0 が加熱される。これにより、複数の樹脂層（樹脂部） 3 0 6 が形成される。樹脂材料は、例えば、エポキシ樹脂、シリコン樹脂などを主成分とする複合化のための材料である。複数の樹脂層 3 0 6 が形成された後に、ベース部材 3 0 0 が積層体 1 0 から取り除かれる。その状態が図 1 7 に断面図として示されている。図 1 7 では、複合化された積層体が符号 3 1 0 で示されている。図 1 8 は積層体 3 1

0の斜視図である。図18においては後に形成される複数の基礎溝22, 24が破線で示されている。

#### 【0064】

図13に示すS202では、図1に示したS101～107の工程が実行される。次に、積層体310から、1Dアレイ振動子を作成する場合には、S203からS204の工程が実行され、一方、積層体310から、2Dアレイ振動子を作成する場合には、S203からS205の工程が実行される。

#### 【0065】

S204の工程では、図19に示されるように、積層体310に対して、X方向に並んだ複数の分離溝46, 48が形成される。各分離溝46, 48はY方向に伸長する溝である。各分離溝46は、各特定構造（グランド用特定構造）200Uごとに、その中心位置に形成される。各分離溝48は、各特定構造（シグナル用特定構造）200Dごとに、その中心位置に形成される。図19における積層体310において、Y方向には、互い違いに複数の圧電部305及び複数の樹脂部306が結合している。X方向には、複数の振動素子310Aが並んでいる。そして、隣接する2つの振動素子ごとにそれらに跨って、特定構造200U又は200Dが構築されている。以上により、X方向をアレイ方向とし、かつY方向に積層された1Dアレイ振動子が構成される。

#### 【0066】

一方、S205の工程では、図20に示されるように、積層体310に対して、X方向に並んだ複数の分離溝46, 48と、Y方向に並んだ複数の分離溝50と、が形成される。各分離溝46, 48はY方向に伸長する溝である。各分離溝50はX方向に伸長する溝である。それらの分離溝46, 48, 50の形成によって、二次元配列された複数の振動素子310Bが構成される。より詳しくは、各分離溝46は、各特定構造（グランド用特定構造）200Uごとに、その中心位置に形成される。各分離溝48は、各特定構造（シグナル用特定構造）200Dごとに、その中心位置に形成される。各分離溝50は、圧電部305又は樹脂部306のいずれかを二分割するように形成され、あるいは、圧電部305と積層部306の境界に形成される。図20に示す例では、各分離溝50によって、

圧電部（全体）305が二分割され、これによって、Y方向の一方側振動素子に含まれる圧電部（一方側半分）305Aと、Y方向の他方側振動素子に含まれる圧電部305B（他方側半分）と、が形成されている。以上により、Y方向に複合化された2Dアレイ振動子が構成される。

## 【0067】

図13のS206では、図1のS109と同様に、積層体310に対して、他の部材が設けられる。なお、Y方向における圧電部及び樹脂部についての個数、サイズ及びピッチは任意に定めることができる。例えば、1つの振動素子に対して、より多くの個数の圧電部及び樹脂部を設けるようにしてもよい。図19及び図20においては、図9などに示されていた電極部材60、複数の信号線58などは図示省略されている。このことは、後に示す図22，23，31，32，34，35についても同様である。

## 【0068】

次に、図21～図23を用いて、超音波探触子の製造プロセスの第三例について説明する。この例は、積層体に対する複合化を事後的に行うことを特徴としている。

## 【0069】

図21には、製造プロセスがフローチャートとして示されている。S301では、図1に示したS101～S107の工程が実行される。S302では、複数の特定構造、上面電極部材及び下面電極部材が形成され、且つ、バッキングが接合された積層体に対して、Y方向に並んだ複数の複合化用の溝が形成される。ここで、その複数の複合化用の溝はそれぞれがX方向に伸長した溝である。S303では、複数の複合化用の溝に対して複合化用の樹脂材料が充填され、その樹脂材料は加熱により硬化される。

## 【0070】

S303の後、1Dアレイ振動子を形成する場合には、S304からS305が実行される。S305では、図22に示されるように、X方向に並ぶ複数の分離溝46，48が形成される。各分離溝46，48はY方向に伸長した溝である。これによって、X方向に並んだ複数の振動素子320Aが構成される。各振動

素子 3 2 0 A は、Y 方向に交互に並んだ複数の圧電部 3 2 6 及び複数の樹脂部 3 2 4 によって構成される。各樹脂部 3 2 4 は、上述したように、複合化用の溝 3 2 2 に対して樹脂材料を充填することによって形成されたものである。上面電極部材 4 2 及び下面電極部材 4 4 を形成した後に、複数の溝 3 2 2 が形成されるために、上面電極層 4 2 及び下面電極層 4 4 も複数の溝 3 2 2 によって複数の電極層に切断される（図 2 2 には複数の上面電極層 4 2 B が示されている）。よって、各樹脂層（樹脂部）3 2 4 の上面 3 2 5 A 及び下面 3 2 5 B には、上面電極層及び下面電極層は設けられていない。

## 【0071】

一方、S 3 0 3 の後、2 D アレイ振動子を形成する場合には、S 3 0 4 から S 3 0 6 が実行される。S 3 0 6 では、図 2 3 に示されるように、X 方向に並ぶ複数の分離溝 4 6、4 8 と、Y 方向に並ぶ複数の分離溝 5 0 が形成される。各分離溝 4 6、4 8 は Y 方向に伸長した溝である。各分離溝 5 0 は X 方向に伸長した溝である。これによって、X 方向及び Y 方向の二次元に並んだ複数の振動素子 3 2 0 B が構成される。各振動素子 3 2 0 B は、Y 方向に交互に並んだ少なくとも 1 つの圧電部 3 2 6 及び少なくとも 1 つの樹脂部 3 2 4 によって構成される。各樹脂部 3 2 4 は、上述したように、複合化用の溝 3 2 2 に対して樹脂材料を充填することによって形成されたものである。各分離溝 5 0 は、いずれかの圧電部又は樹脂部を二分する位置に形成され、あるいは、いずれかの圧電部及び樹脂部の境界位置に形成される。図 2 3 の例では、各圧電部が各分離溝 5 0 によって二分割され、これによって 2 つの圧電部 3 2 6 A が形成されている。上面電極部材 4 2 及び下面電極部材 4 4 を形成した後に、複数の溝 3 2 2 が形成される点は、図 2 2 に示した例と同じである。図 2 1 の S 3 0 7 では、図 2 2 及び図 2 3 に示した複数の振動素子 3 2 0 に対して、他の部材が接合される。

## 【0072】

次に、図 2 4 ～図 3 2 を用いて、超音波探触子の製造プロセスの第四例について説明する。この例は、複数の特定構造の形成と同時に、積層体に対する X 方向の複合化を行うことを特徴としている。

## 【0073】

図 2 4 には、製造プロセスがフローチャートとして示されている。S 4 0 1 では、図 1 に示した S 1 0 1 と同様に、積層体に対して複数の基礎溝が形成される。具体的には、図 2 5 に示す積層体 1 0（図 2 に示した積層体 1 0 と同じ）に対して、その上面から X 方向に一定の間隔で複数の幅広の基礎溝が形成され、その下面から X 方向に一定の間隔で複数の幅広の基礎溝が形成される。それらの基礎溝の幅は、複合化のために必要な大きさに設定され、図 3 に示した通常の場合よりも、大きく設定される。

#### 【 0 0 7 4 】

次に、S 4 0 2 では、S 1 0 2 と同様に、各基礎溝の内部に絶縁材が充填され、その絶縁材が硬化される。S 4 0 3 では、S 1 0 3 と同様に、複数の切削溝が形成される。これによって、各基礎溝内に一对の垂直絶縁層が形成される。S 4 0 4 では、S 1 0 4 と同様に、各基礎溝の内面上に導電膜が形成される。その状態が図 2 6 に示されている。導電膜 3 4、3 6 は、垂直電極層 3 4 A、3 4 B の内面に形成されている。図 2 6 において、符号 2 6 A、2 6 B は、垂直絶縁層を示している。

#### 【 0 0 7 5 】

図 2 4 の S 4 0 5 では、図 2 7 に示すように、まず、積層体 1 0 の下面に対して接着材料 3 0 2 を用いてベース部材 3 0 0 が接合され、次に、各切削溝 3 0、3 2 を積層体 1 0 の全体にわたって貫通溝とするための加工が施される。すなわち、各切削溝 3 0 については、上から 3 番目の圧電部材 1 6 を部分的に切削する加工が施され、各切削溝 3 2 については、上から 1 番目の圧電部材 1 2 を部分的に切削する加工が施される。これによって、図 2 8 に示すように、積層体 1 0 に対して、複数の複合化用の溝 3 2 9 が形成される。また、S 4 0 5 では、それらの複合化用の溝 3 2 9 に対して、複合化のための樹脂材料 3 3 0 が充填され、その樹脂材料 3 3 0 が加熱されて硬化される。樹脂材料 3 3 0 は樹脂層つまり樹脂部を構成する。

#### 【 0 0 7 6 】

図 2 4 の S 4 0 6 では、図 2 9 に示すように、ベース部材 3 0 0 が積層体 1 0 から取り除かれる。これにより、複合化された積層体 3 3 2 が得られる。次に、



図 3 0 に示すように、積層体 3 3 2 に対して、上面電極部材 4 2 及び下面電極部材 4 4 が形成される。また、下面電極部材 4 4 に対してバックングが接着される。

#### 【 0 0 7 7 】

1 D アレイ振動子（タイプ A）を形成する場合には、S 4 0 7 から S 4 0 8 が実行される。S 4 0 8 では、複数の特定構造の中心位置に対応して、X 方向に並んだ複数の分離溝 4 6，4 8 が形成される。これによって、図 3 1 に示すように、複数の振動素子 3 3 2 A が X 方向に並んだ 1 D アレイ振動子が構成される。図 3 1 における符号 3 3 4 は 1 つの振動素子 3 3 2 A を示し、符号 3 3 6 は圧電部を示している。符号 3 3 8 は、圧電部 3 2 6 の両隣に形成された一对の樹脂部を示している。このように、各振動素子 3 3 2 A は、X 方向に複合化されている。

#### 【 0 0 7 8 】

一方、1 D アレイ振動子（タイプ B）を形成する場合には、S 4 0 7 から S 4 0 9 が実行される。S 4 0 9 では、Y 方向に並んだ複数の分離溝 5 0 が形成される。各分離溝 5 0 は X 方向に伸長した溝である。これによって、図 3 2 に示すように、複数の振動素子 3 3 2 B が Y 方向に並んだ 1 D アレイ振動子が構成される。各振動素子 3 3 2 B は、その長手方向が X 方向であり、その方向に複合化されている。図 3 2 において、第 1 の観点から見れば、各振動素子 3 3 2 B は、複数の要素（区分に相当）3 4 0，3 4 1 を連結した部材である。隣接する 2 つの要素 3 4 0，3 4 1 に跨って特定構造 2 0 0 U' 又は 2 0 0 D' が形成されており、その特定構造 2 0 0 U' 又は 2 0 0 D' は中央部分に樹脂層（樹脂部）3 4 4 を有する。この図 3 2 に示す例では、樹脂層 3 4 4 は分離溝を有していないが、概念的には、樹脂層 3 4 4 は、一方側の部分 3 4 0 に属する部分 3 4 3 A と、他方側の部分 3 4 1 に属する部分 3 4 3 B とに分けられる。第 2 の観点から見れば、各振動素子 3 3 2 B は、X 方向に互い違いに設けられた複数の圧電部 3 4 2 及び複数の樹脂部 3 4 4 を連結した部材である。

#### 【 0 0 7 9 】

他方、2 D アレイ振動子を形成する場合には、S 4 0 7 から S 4 1 0 が実行される。S 4 1 0 では、複数の特定構造の中心位置に対応して、X 方向に並んだ複

数の分離溝が形成され、また、Y方向に並んだ複数の分離溝が形成される。これによって、X方向に複合化された圧電体が、X方向及びY方向に整列した複数の振動素子に分割される。つまり、図31に示す圧電体332に対して、更に、Y方向に並んだ複数の分離溝（図10に示した複数の分離溝50に相当する）を形成することにより、複数の振動素子が構成される。図24のS411では整合層の形成など他の加工が施される。

#### 【0080】

次に、図33～図35を用いて、超音波探触子の製造プロセスの第五例について説明する。この例は、積層体に対するX方向及びY方向の複合化を特徴としている。

#### 【0081】

図33には、製造プロセスのフローチャートが示されている。Y方向についての積層体に対する事前複合化を行う場合、S501からS502が実行され、次にS503が実行される。具体的には、S502では、図13に示したS201が実行され、圧電体に対してY方向の複合化を施す加工が実施される（図17及び図18参照）。そして、S503では、図24に示したS401～S406の工程が実行され、X方向に並んだ複数の特定構造の構築と同時に、X方向に並んだ複数の樹脂層が形成される。これによって、X方向及びY方向の両方向に複合化された圧電体が構成される。

#### 【0082】

一方、Y方向に事後複合化を行う場合、S501からS504が実行され、次にS505が実行される。具体的には、S504において、図24に示したS401～S406の工程が実行され（図30参照）、次に、S505では、図21で示したS302及びS303と同様に、Y方向に複数の複合化用の溝が形成され、各溝に対して複合化用の樹脂材料が充填される。これによって、X方向及びY方向の両方向に複合化された圧電体が構成される。

#### 【0083】

上記の二次元複合化の後、1Dアレイ振動子（タイプA）を形成する場合には、S506、S507を経て、S508が実行される。そのS508では、X方

向に並んだ複数の分離溝が形成される。ここで、各分離溝はY方向に伸長した溝である。これによって、X方向に並んだ複数の振動素子が構成される。それらの複数の振動素子は、後に説明する図34に示される構成から、複数の分離溝50を除いたものに相当する。

## 【0084】

上記の二次元複合化の後、1Dアレイ振動子（タイプB）を形成する場合には、S506、S507を経て、S509が実行される。そのS509では、Y方向に並んだ複数の分離溝が形成される。ここで、各分離溝はX方向に伸長した溝である。これによって、Y方向に並んだ複数の振動素子が構成される。それらの複数の振動素子は、後に説明する図34に示される構成から、複数の分離溝46、48を除いたものに相当する。

## 【0085】

上記の二次元複合化の後、2Dアレイ振動子（タイプA）を形成する場合には、S506、S510を経て、S511が実行される。そのS511では、X方向に並んだ複数の分離溝が形成され、また、Y方向に並んだ複数の分離溝が形成される。これによって図34に示す二次元アレイ振動子が構成される。具体的には、二次元に複合化された積層体350に対して、X方向に複数の分離溝46、48が形成される。各分離溝46、48は、Y方向に伸長した溝であり、各特定構造200U、200Dごとに形成される。ある1つの振動素子350Aに着目した場合、その振動素子350Aは、X方向においては圧電区間336と、その両側に形成された2つの樹脂区間337、338とで構成される。符号334は、X方向における振動素子350Aの全幅を示している。その振動素子350Aは、Y方向においては、2つの圧電区間351と1つの樹脂区間352とで構成される。よって、上方から見て、振動素子350Aは、H形状を有する樹脂部と矩形の2つの圧電部とで構成される。図34に示す構成は一例であり、例えば、Y方向に所望数の圧電区間及び樹脂区間を設けるようにしてもよい。

## 【0086】

上記の二次元複合化の後、2Dアレイ振動子（タイプB）を形成する場合には、S506、S510を経て、S512が実行される。そのS512では、X方

向に並んだ複数の分離溝が間引き形成され、また、Y方向に並んだ複数の分離溝が間引き形成される。具体的には、二次元に複合化された積層体350に対して、X方向に複数の分離溝48が形成される。各分離溝48は、Y方向に伸長した溝であり、各特定構造200Dごとに形成される。つまり、図34に示す例では、各特定構造200Uについては分離溝46は形成されていない。もちろん、複数の特定構造の並びの中で、図34に示すように1つおきの特定構造に対して分離溝を形成するのではなく、 $m$  ( $m$ は2以上)個おきの特定構造に対して分離溝を形成するようにしてもよい。一方、複数の分離溝50は、任意の間隔で形成することができ、Y方向について、1つの振動子当たり、より多くの圧電区間351及び樹脂区間352を設けるようにしてもよい。

## 【0087】

図35に示す例では、ある1つの振動素子350Bに着目した場合、その振動素子350Bは、X方向においては、2つの圧電区間402と、それらの圧電区間402に挟まれる樹脂区間406と、2つの圧電区間の両側に設けられた2つの樹脂区間404と、で構成される。符号400は、X方向における振動素子350Bの全幅を示している。その振動素子400は、Y方向においては、3つの圧電区間351と、2つの樹脂区間352とで構成される。よって、上方から見て、振動素子350Bは、6 ( $= 2 \times 3$ )個の圧電部と、それらの圧電部の間に存在する格子形状をもった樹脂部と、で構成される。図35に示す構成は一例であり、例えば、X方向及びY方向に、より多くの圧電区間、樹脂区間を設定するようにしてもよい。

## 【0088】

図35に示す例では、X方向について、隣接する2つの振動素子の間に特定構造200Dが形成され、また振動素子350Bの中央部に特定構造200U'が形成されている。特定構造(素子間の特定構造)200Dと特定構造(素子内部の特定構造)200U'とを対比した場合、素子間の特定構造200Dが分離溝46を有するのに対し、素子内部の特定構造200U'が分離溝を有しない点で異なる。しかし、素子間の特定構造200Dと素子内部の特定構造200U'は、同極性をもった面对称な一对の垂直電極層を有する点で共通する。特に、両者

は、絶縁性を良好にできる点、構造の構築が容易である点、で共通する。

【 0 0 8 9 】

上記の第二例～第五例によれば、積層化及び複合化されたアレイ振動子を実現できる。特に、積層化の後に複合化を行うので、垂直方向に並ぶ各部材間において水平方向の位置決め誤差を排除できる。また、その複合化も溝形成及び材料充填によって行えるので容易に実現できる。

【 0 0 9 0 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、新しい構造及び良好な性能を有するアレイ振動子を提供でき、また、そのための効率的な製造方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 超音波探触子の製造プロセスの第一例を説明するためのフローチャートである。

【図 2】 積層体を示す断面図である。

【図 3】 基礎溝が形成された積層体を示す断面図である。

【図 4】 絶縁材料が充填された積層体を示す断面図である。

【図 5】 切削溝が形成された積層体を示す断面図である。

【図 6】 導電膜が形成された積層体を示す断面図である。

【図 7】 補強材が充填された積層体を示す断面図である。

【図 8】 上面電極部材及び下面電極部材が設けられた積層体を示す断面図である。

【図 9】 アレイ振動子の X-Z 断面を示す断面図である。

【図 10】 アレイ振動子の Y-Z 断面を示す断面図である。

【図 11】 図 9 に示す B-B' 断面を示す断面図である。

【図 12】 各振動素子における電氣的な接続関係を説明するための模式図である。

【図 13】 超音波探触子の製造プロセスの第二例を説明するためのフローチャートである。

【図 14】 積層体を示す断面図である。

【図 1 5】 ベース部材が暫定的に接合された積層体を示す断面図である。

【図 1 6】 複数の複合化用溝が形成された積層体を示す断面図である。

【図 1 7】 樹脂材料が充填された後の積層体を示す断面図である。

【図 1 8】 Y 方向に複合化された積層体を示す斜視図である。

【図 1 9】 Y 方向に複合化された積層型 1 D アレイ振動子を示す斜視図である。

【図 2 0】 Y 方向に複合化された積層型 2 D アレイ振動子を示す斜視図である。

【図 2 1】 超音波探触子の製造プロセスの第三例を説明するためのフローチャートである。

【図 2 2】 上面電極部材及び下面電極部材を設けた後に積層体に対して Y 方向に複合化を行うことにより製作された積層型 1 D アレイ振動子を示す斜視図である。

【図 2 3】 上面電極部材及び下面電極部材を設けた後に積層体に対して Y 方向に複合化を行うことにより製作された積層型 2 D アレイ振動子を示す斜視図である。

【図 2 4】 超音波探触子の製造プロセスの第四例を説明するためのフローチャートである。

【図 2 5】 積層体を示す断面図である。

【図 2 6】 基礎溝、絶縁材料及び導電膜が形成された圧電体を示す斜視図である。

【図 2 7】 ベース部材が暫定的に接合された積層体を示す断面図である。

【図 2 8】 複合化用の樹脂材料が充填された積層体を示す断面図である。

【図 2 9】 ベース部材が取り外された積層体を示す断面図である。

【図 3 0】 上面電極部材及び下面電極部材が設けられた積層体を示す断面図である。

【図 3 1】 X 方向に複合化され、X 方向に分離された積層型 1 D アレイ振動子を示す図である。

【図 3 2】 X 方向に複合化され、Y 方向に分離された積層型 2 D アレイ振

動子を示す図である。

【図 3 3】 本発明に係る製造プロセスの第五例を説明するためのフローチャートである。

【図 3 4】 X 方向及び Y 方向に複合化された積層型 2 D アレイ振動子の一例を示す斜視図である。

【図 3 5】 X 方向及び Y 方向に複合化された積層型 2 D アレイ振動子の他の例を示す斜視図である。

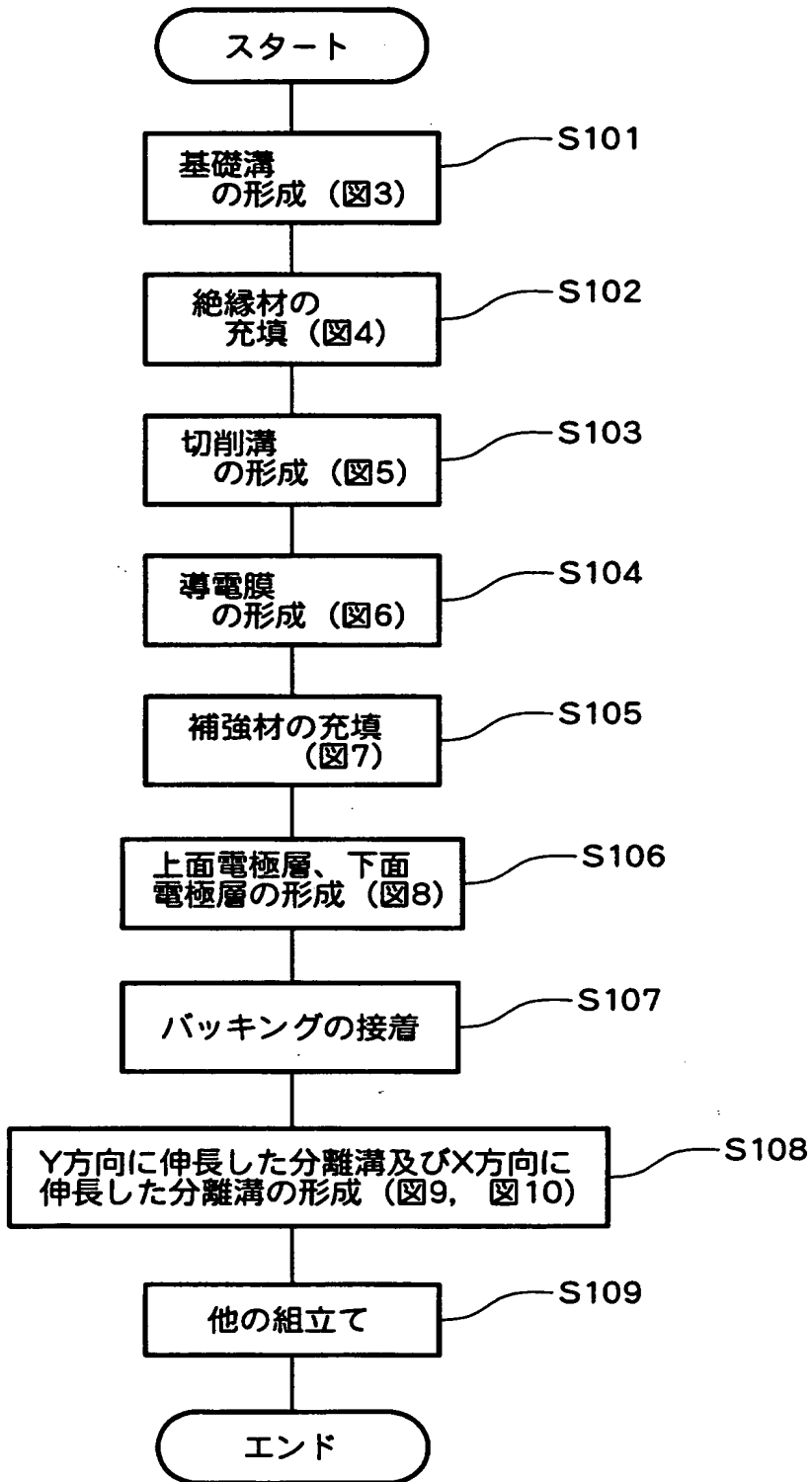
【符号の説明】

1 0 積層体、1 2, 1 4, 1 6 圧電部材、1 8, 2 0 内部電極部材、2 2, 2 4 基礎溝、2 6, 2 8 絶縁材料、2 6 A, 2 6 B 垂直絶縁層、3 4 A, 3 4 B 垂直電極層、3 8 A, 3 8 B 側面補強層、3 0, 3 2 切削溝、3 4, 3 6 導電膜、3 8, 4 0 補強材、4 2 上面電極部材、4 4 下面電極部材、4 6, 4 8, 5 0 分離溝、5 1 バックینگ、2 0 0 U, 2 0 0 U'

グランド用の第 1 特定構造、2 0 0 D, 2 0 0 D' シグナル用の第 2 特定構造、3 0 5, 3 2 6, 3 3 6, 3 4 2, 3 5 1, 4 0 2 積層型圧電部、3 0 6, 3 2 4, 3 3 8, 3 4 3, 3 5 2, 4 0 4 樹脂部、3 1 0, 3 3 2 複合化された積層体、3 3 0 樹脂材料。

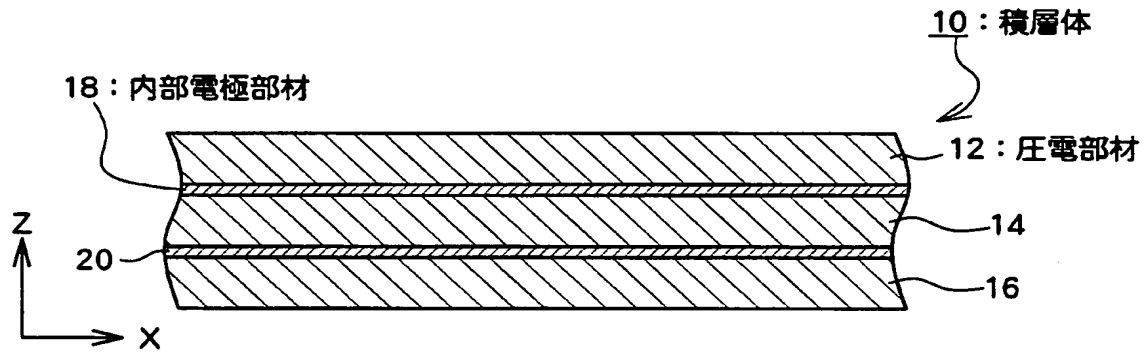
【書類名】 図面

【図 1】

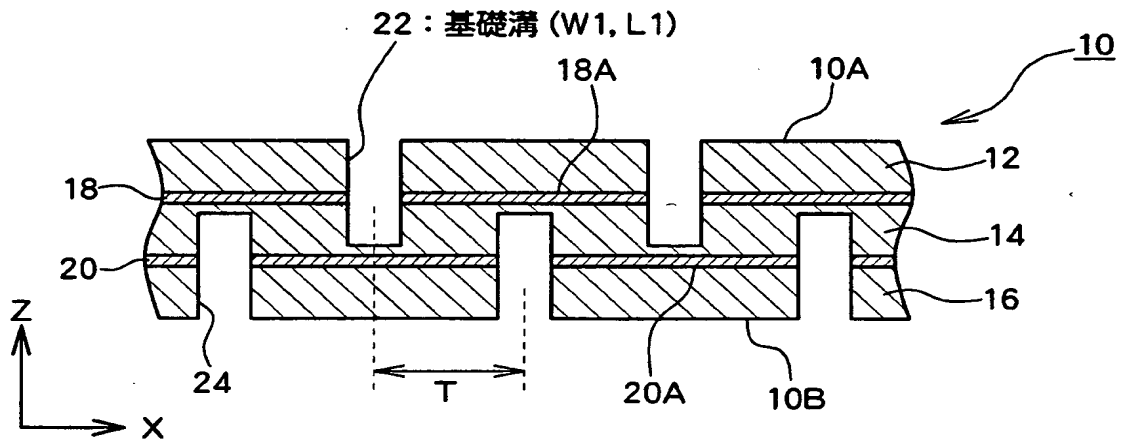




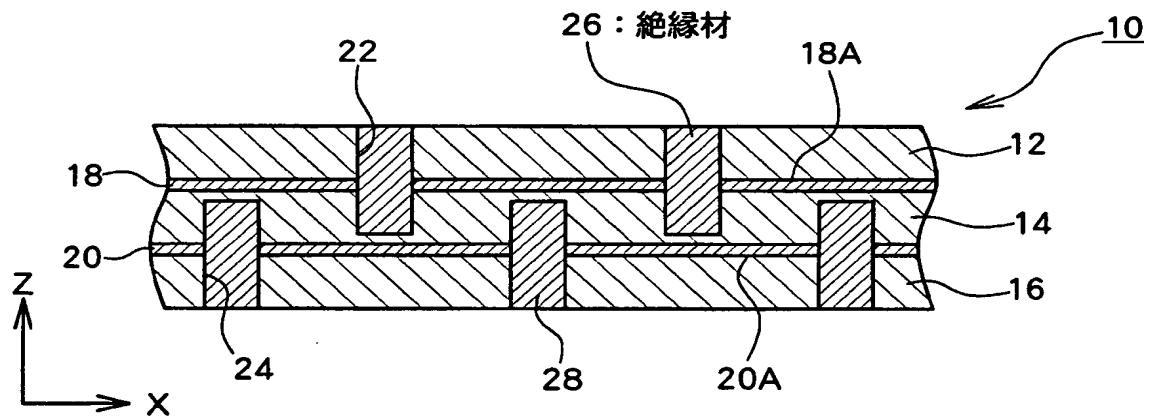
【図 2】



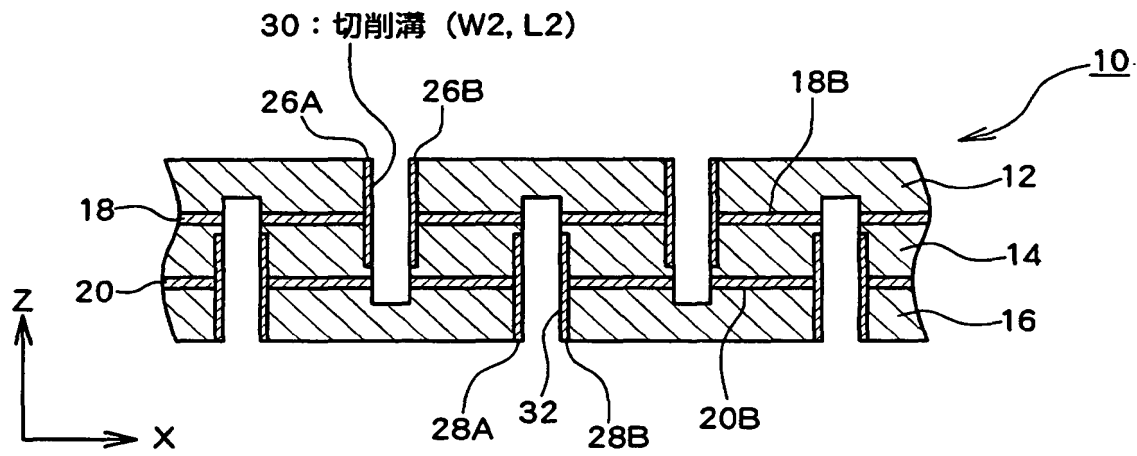
【図 3】



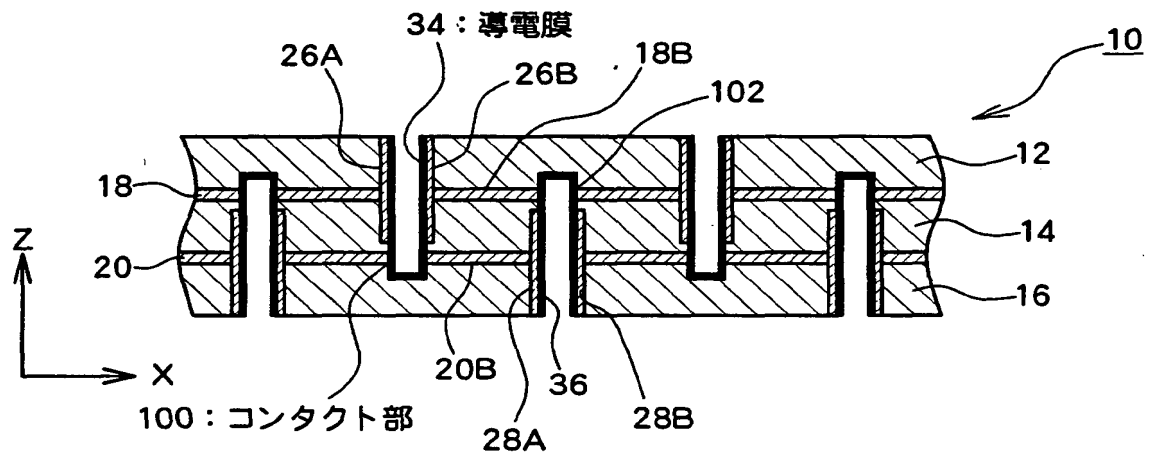
【図 4】



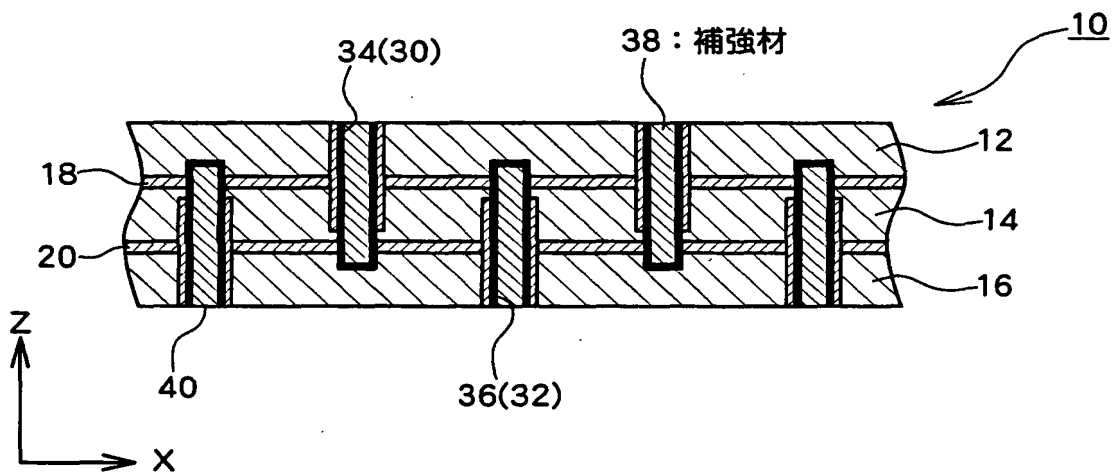
【図 5】



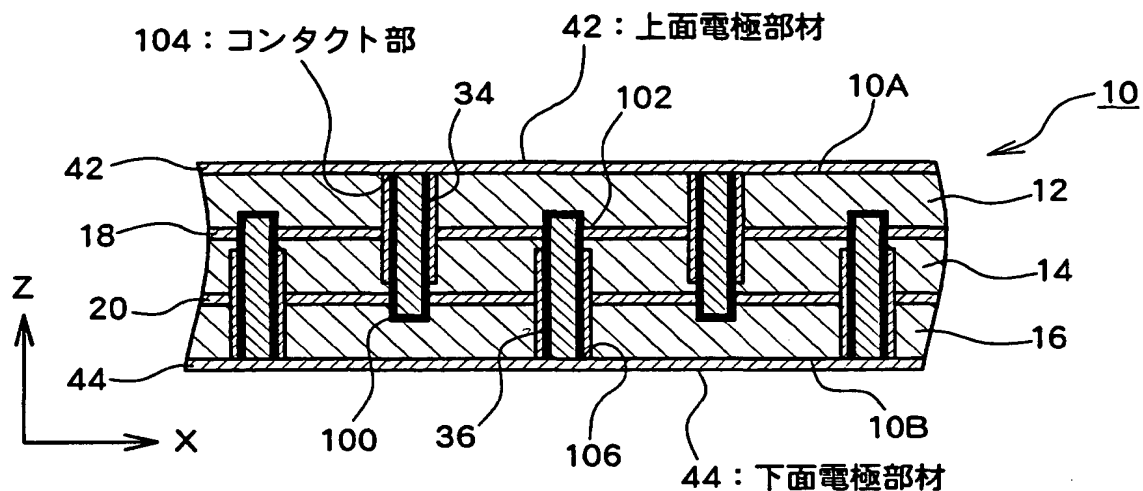
【図 6】



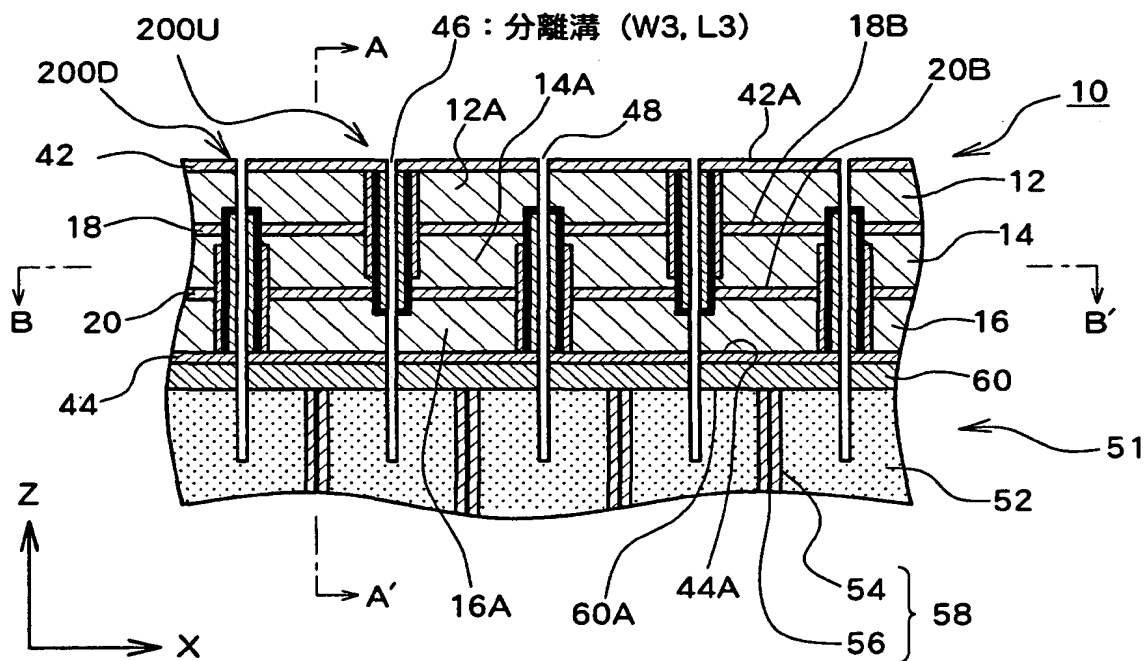
【図 7】



【図 8】



【図 9】



12A, 14A, 16A : 圧電層

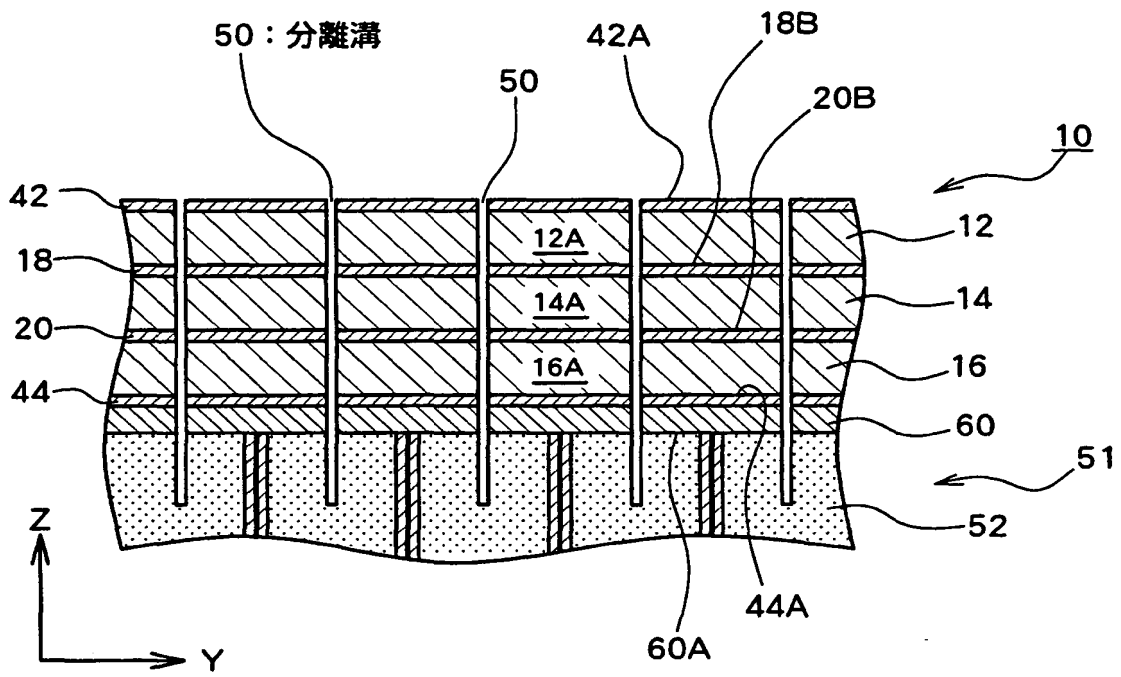
44A : 下面電極層

42A : 上面電極層

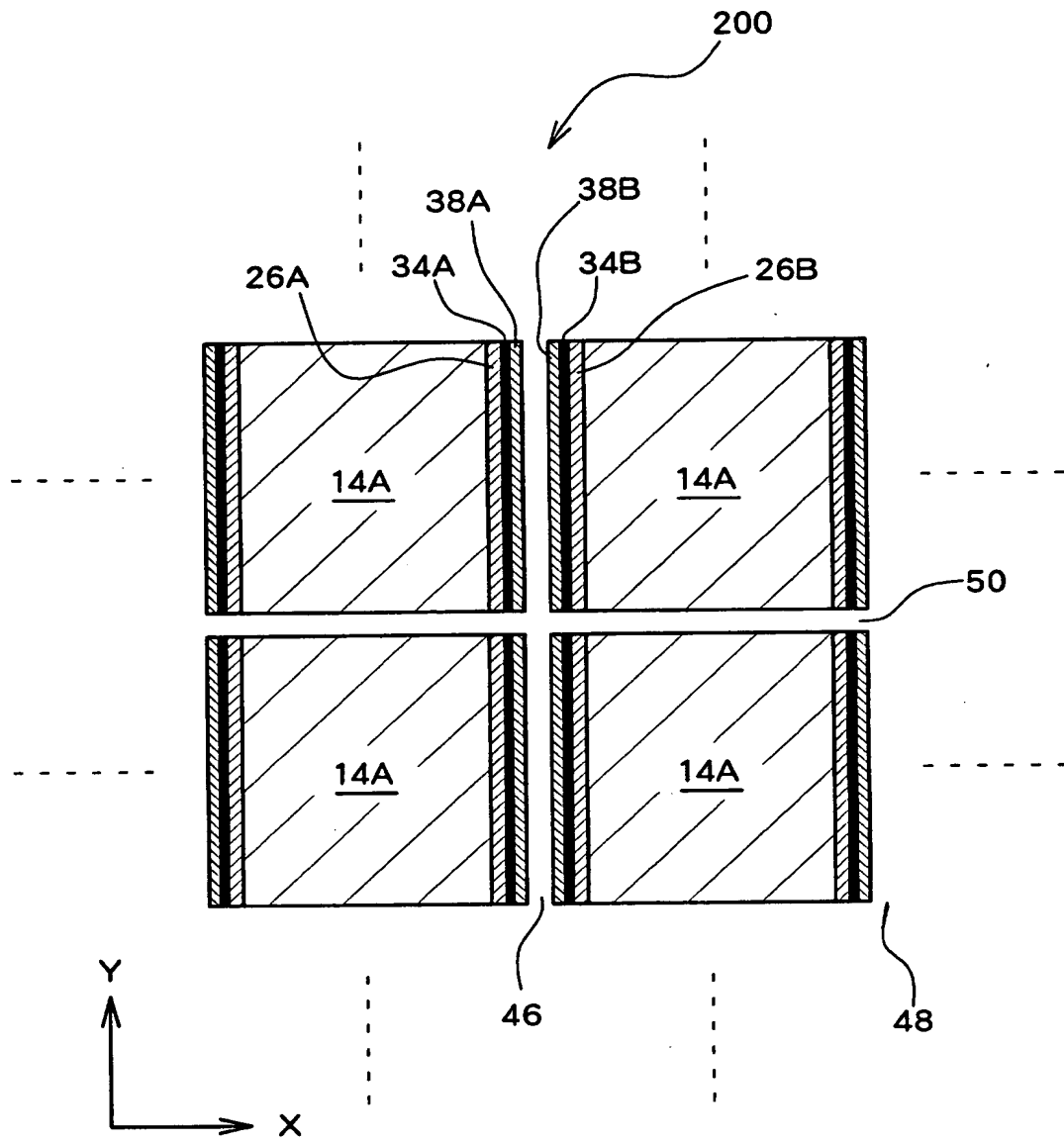
60A : 電極パッド

18B, 20B : 内部電極層

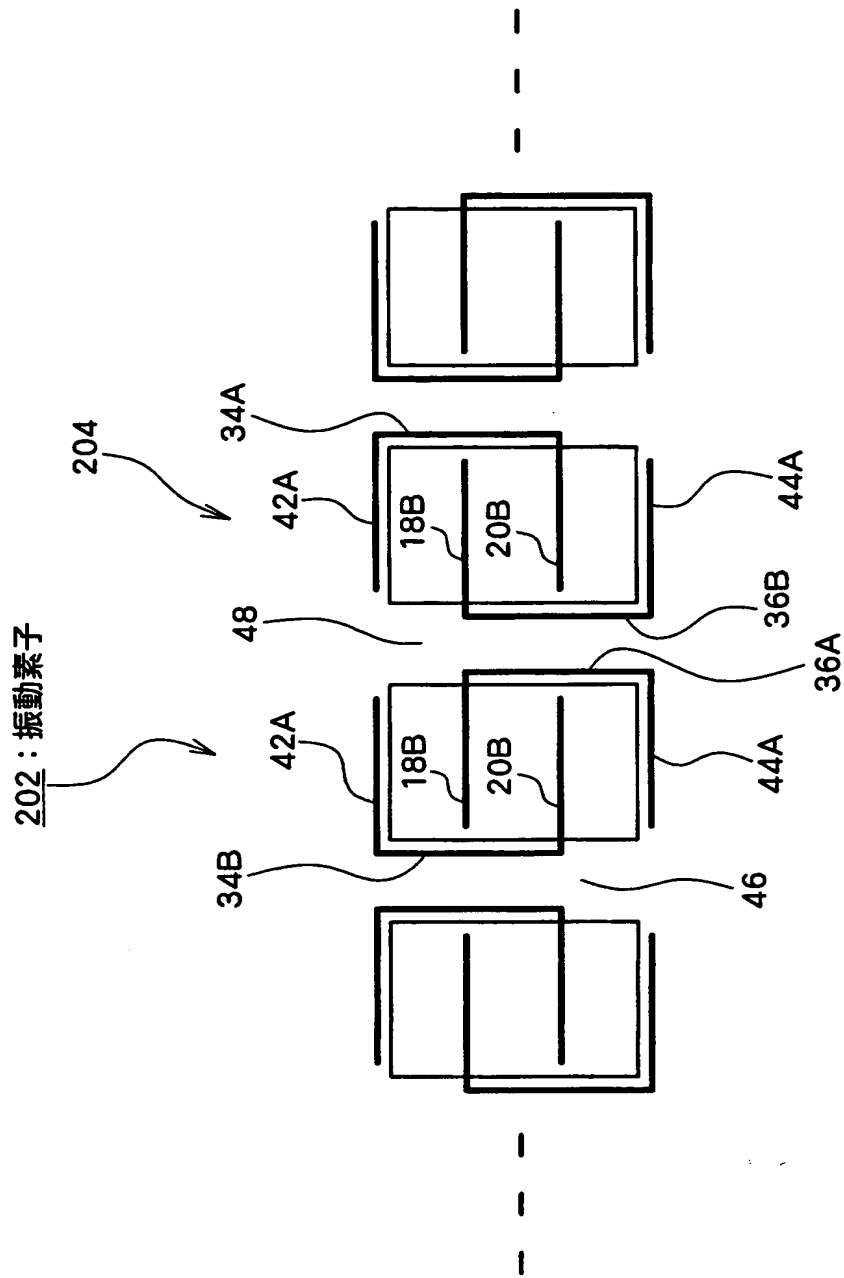
【図 10】



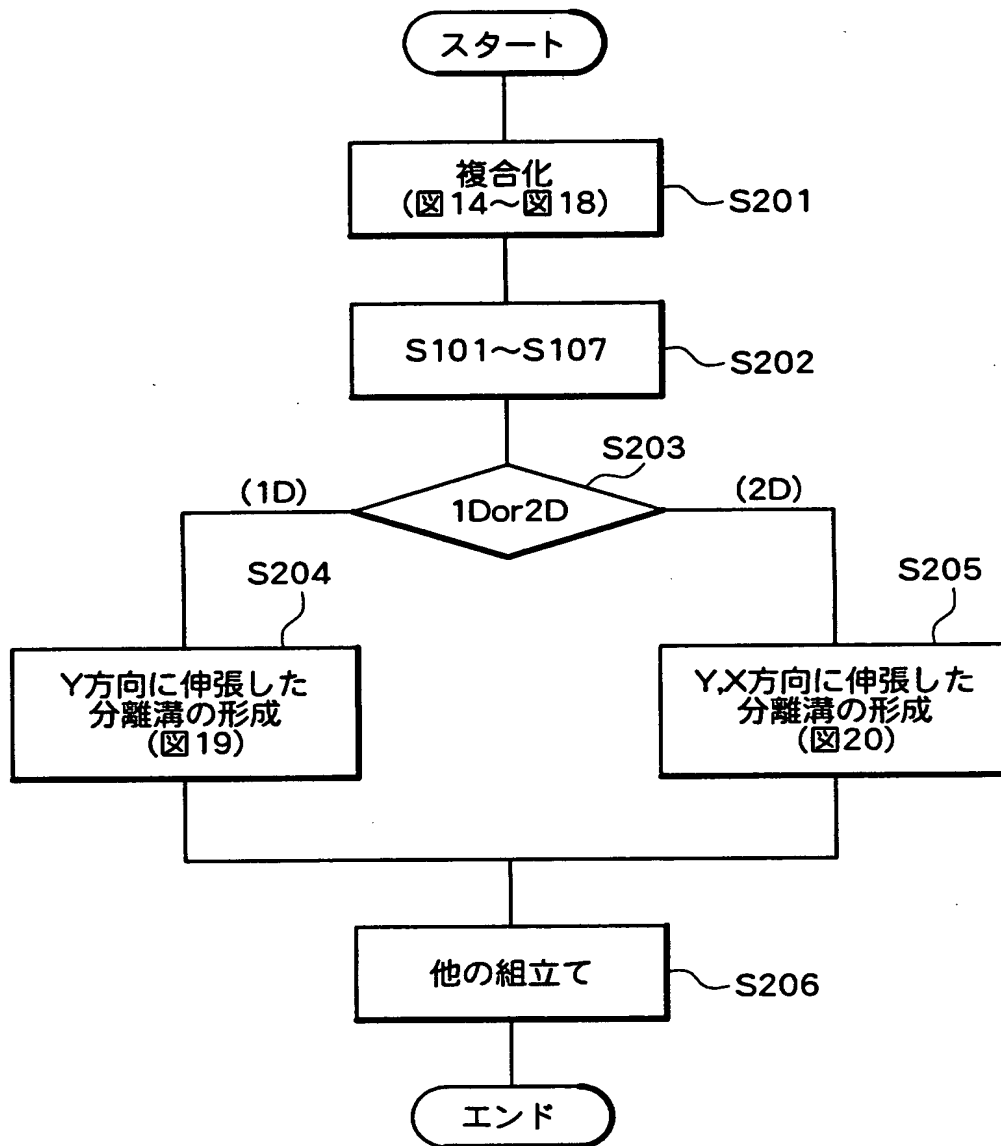
【図 11】



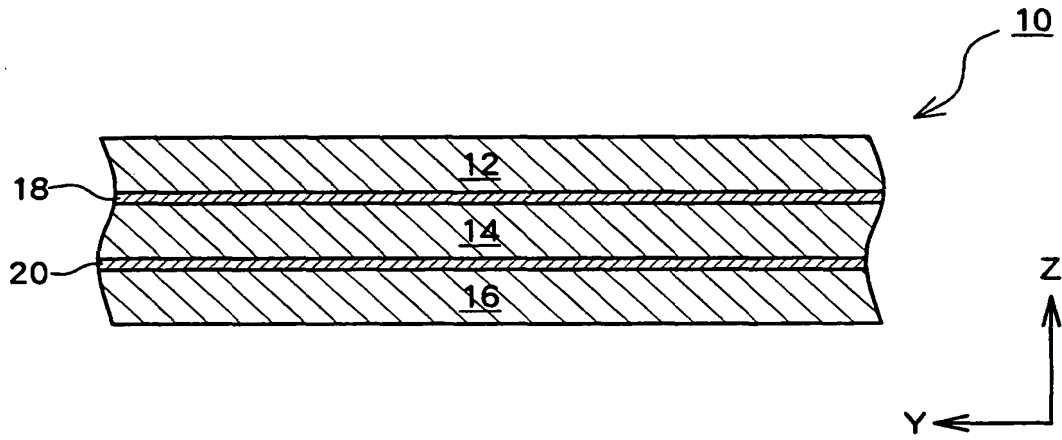
【図 1 2】



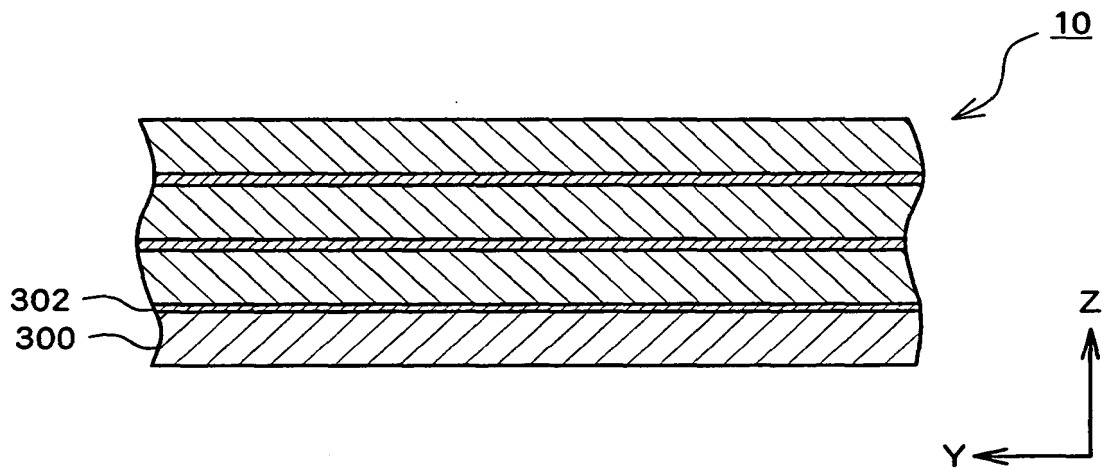
【図 1 3】



【図 1 4】

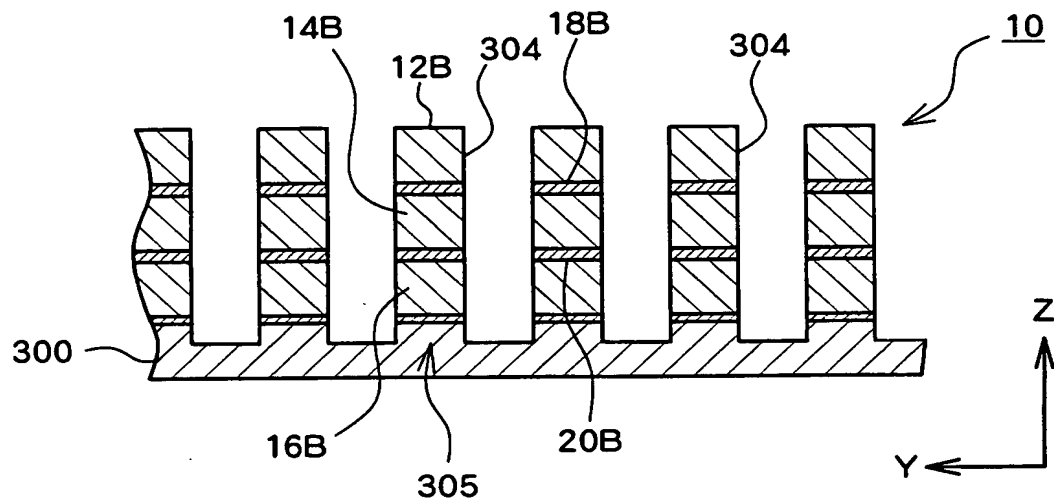


【図 1 5】

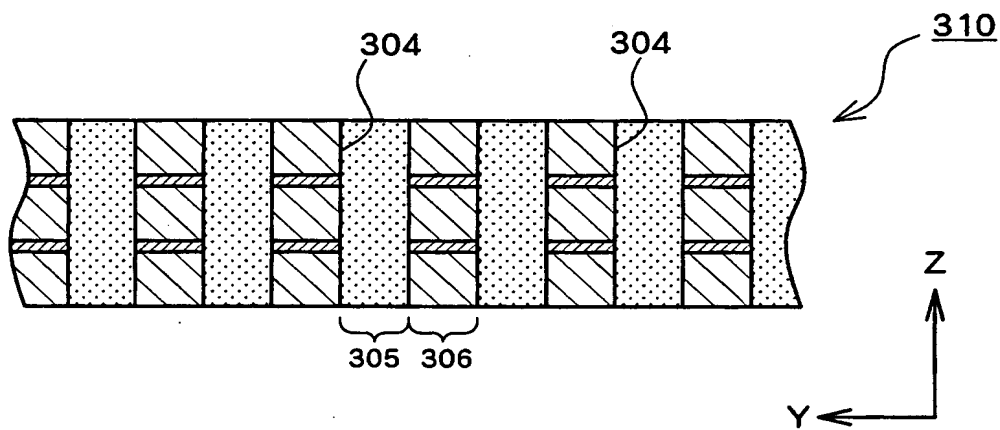




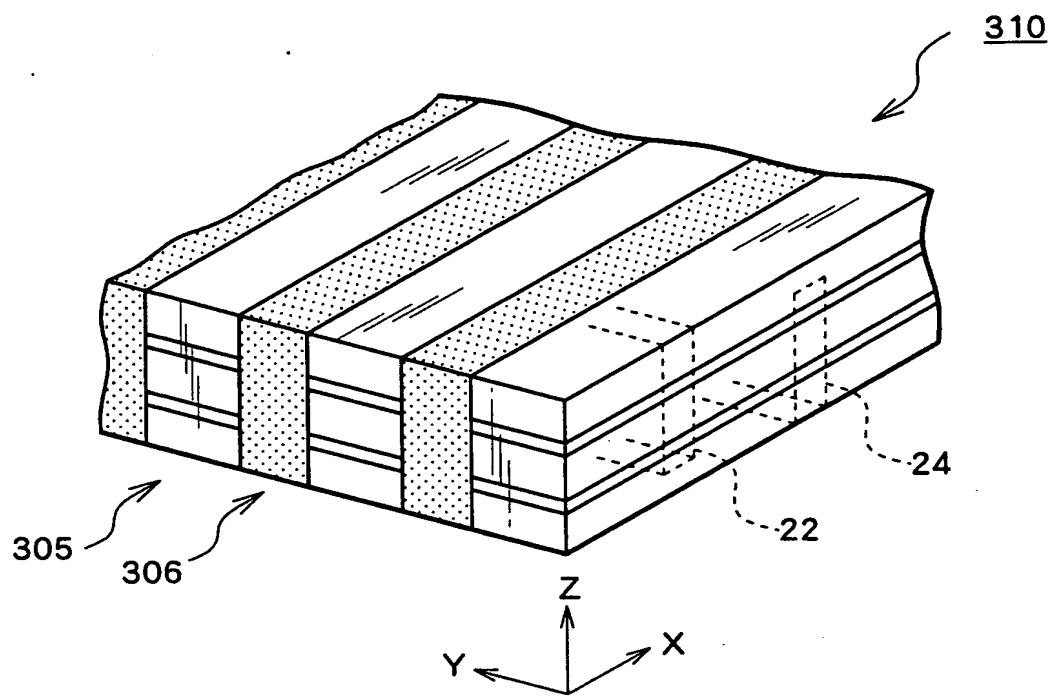
【図 1 6】



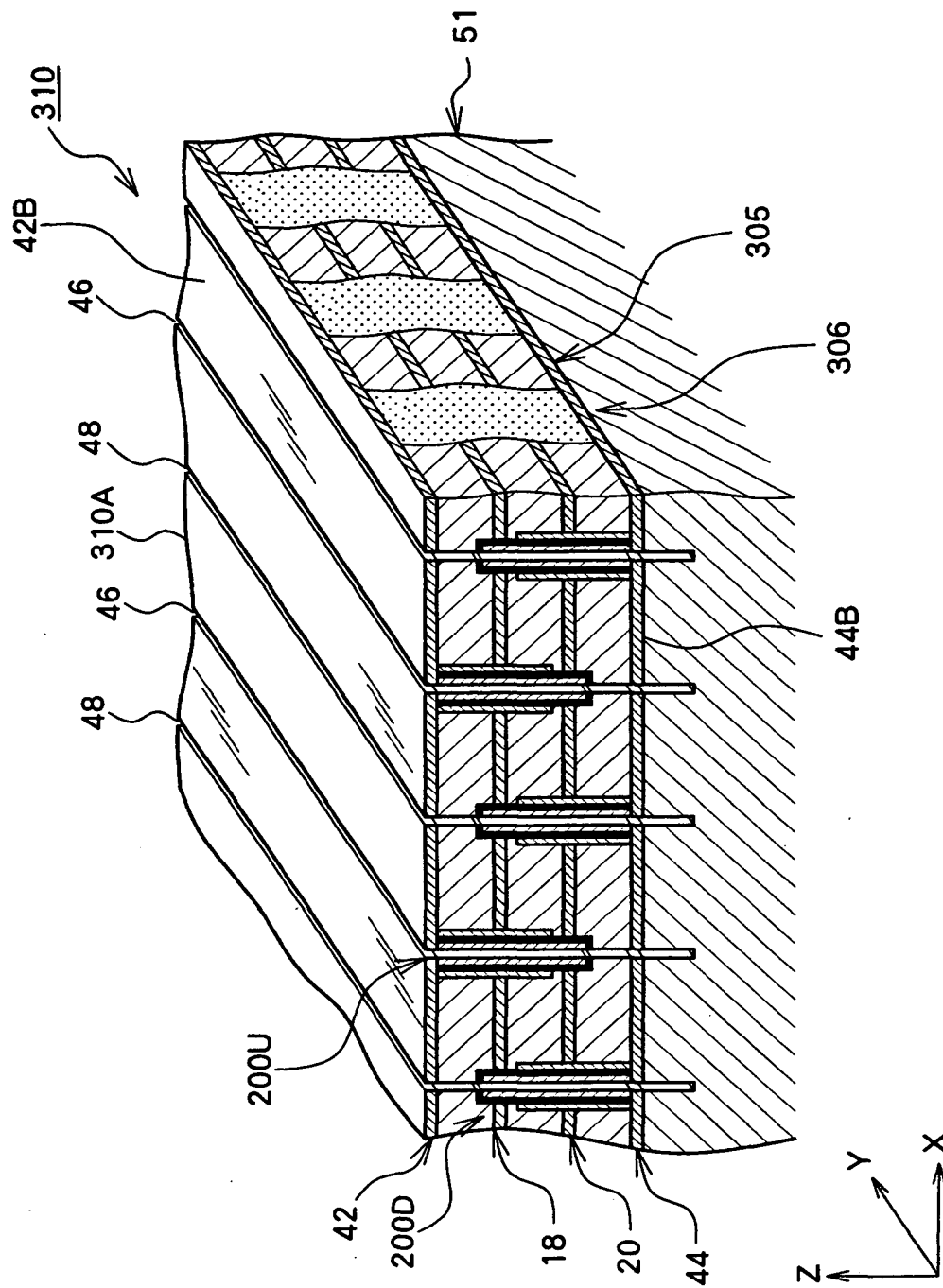
【図 1 7】



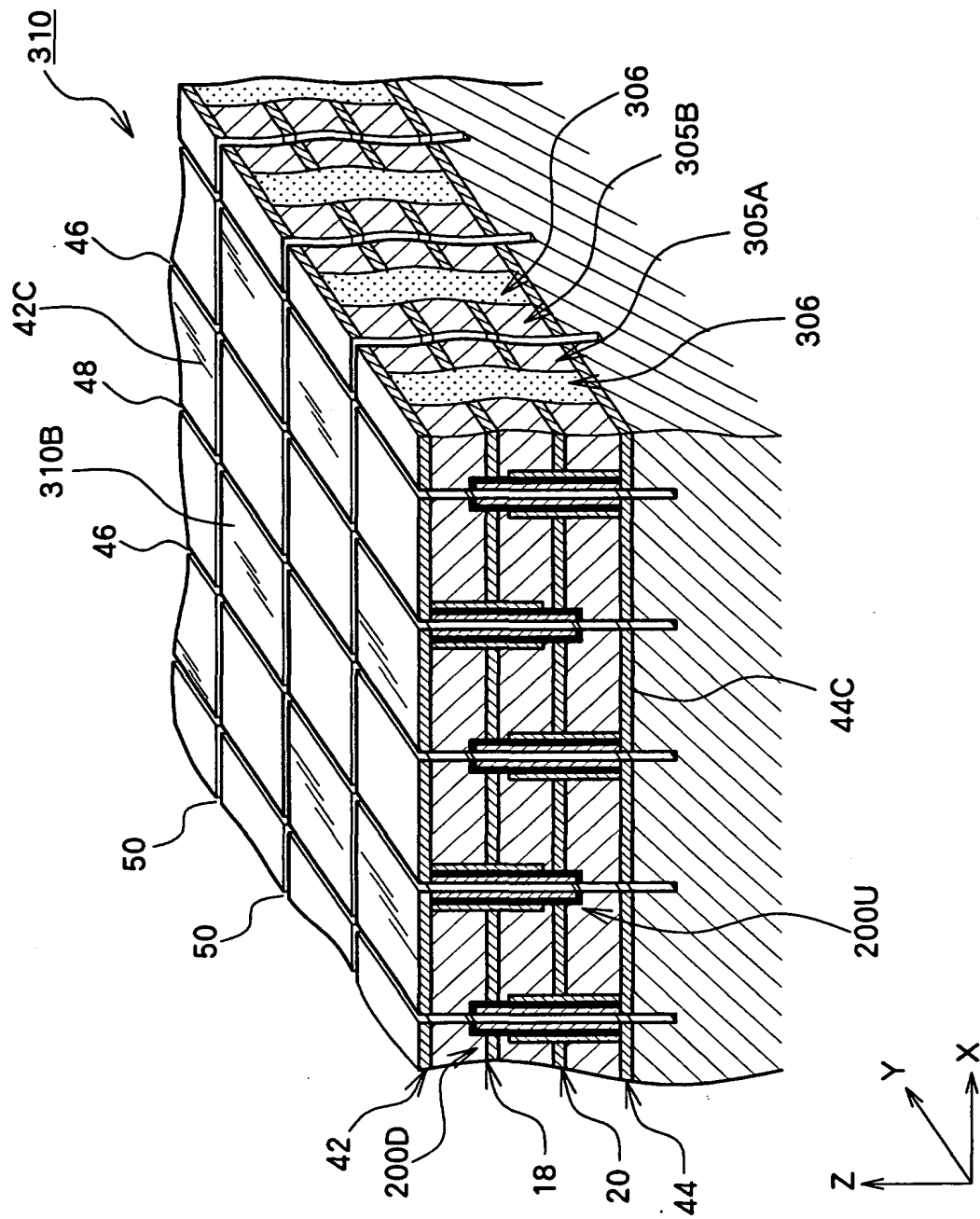
【図 1 8】



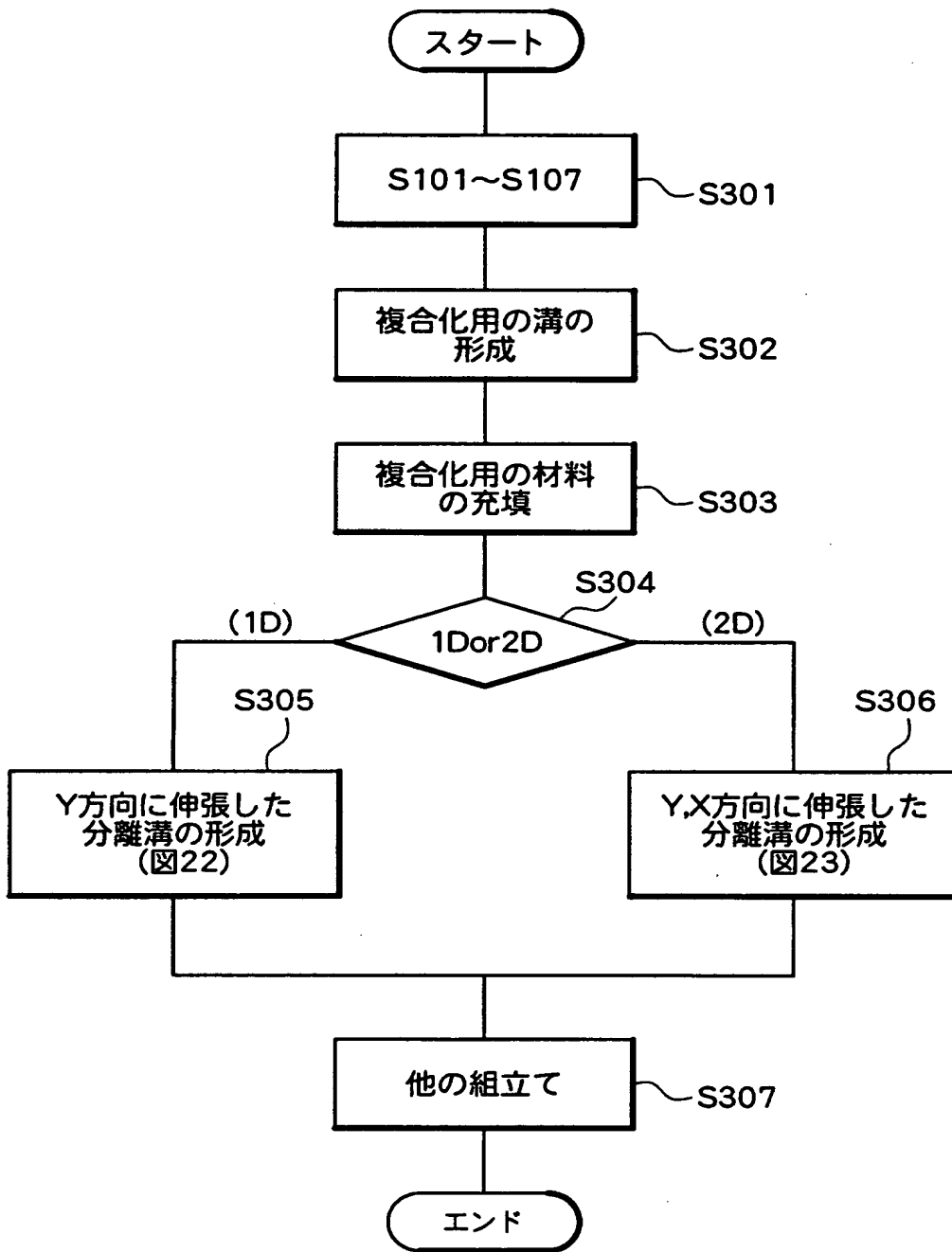
【図 19】



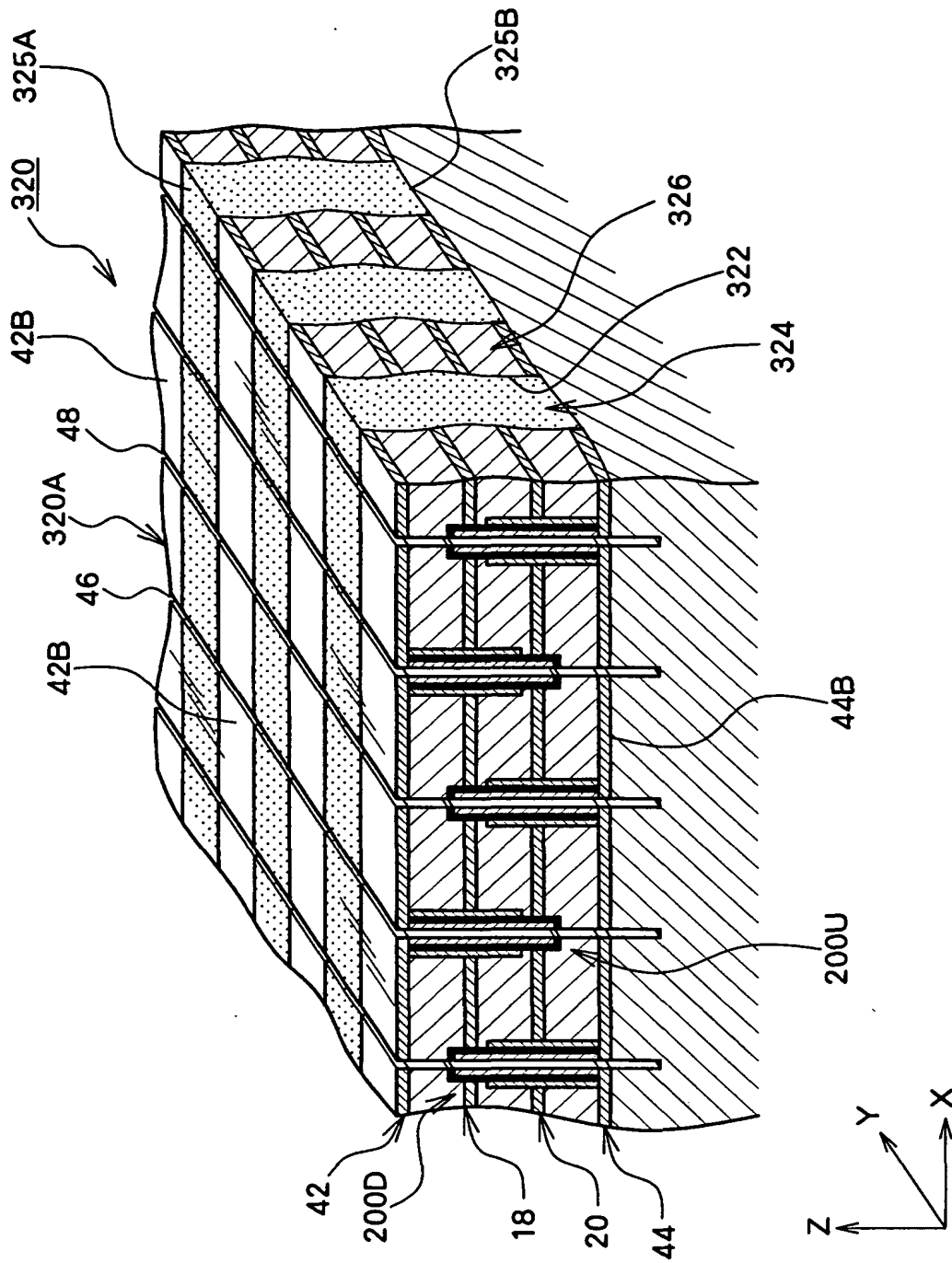
【図 20】



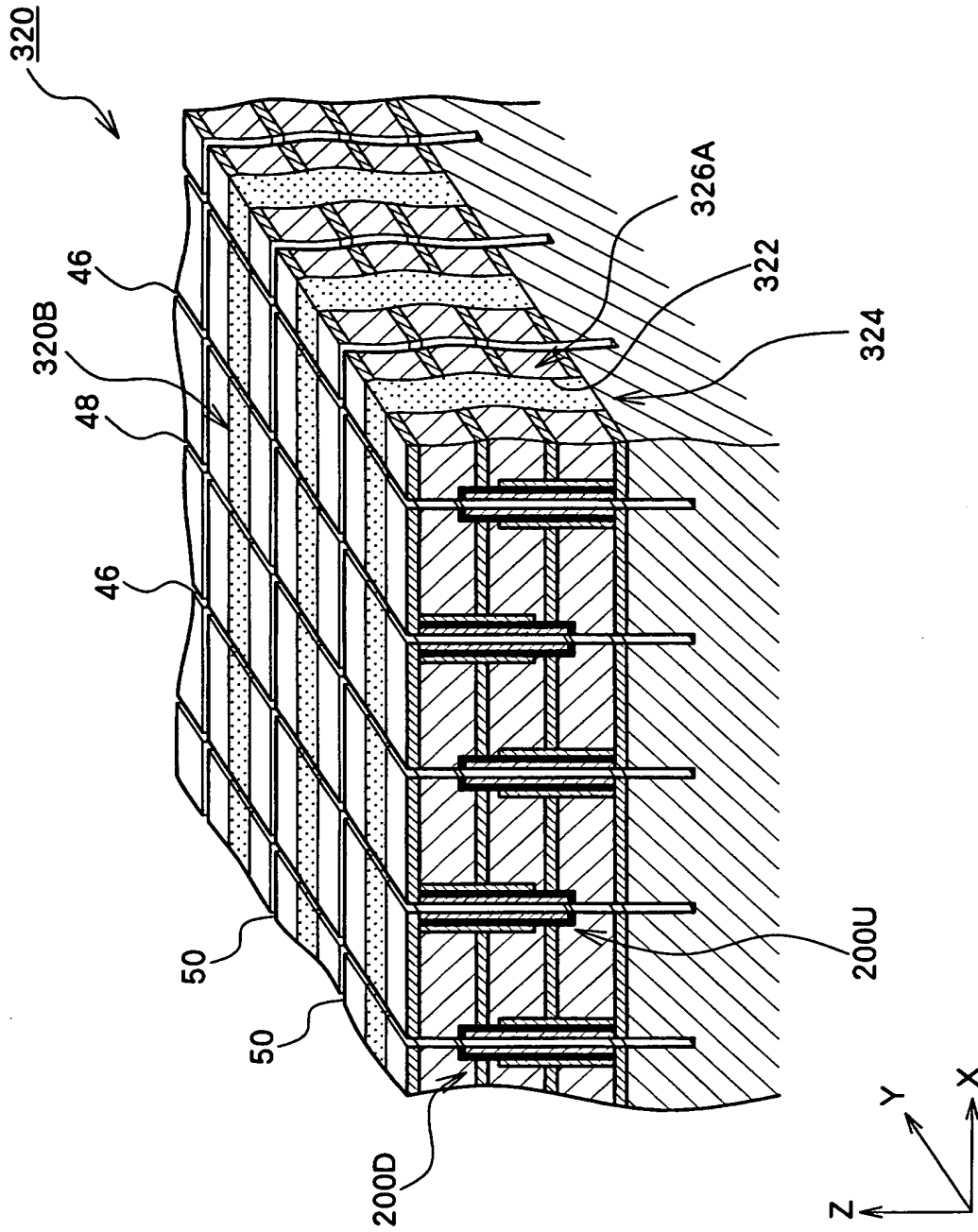
【図 2 1】



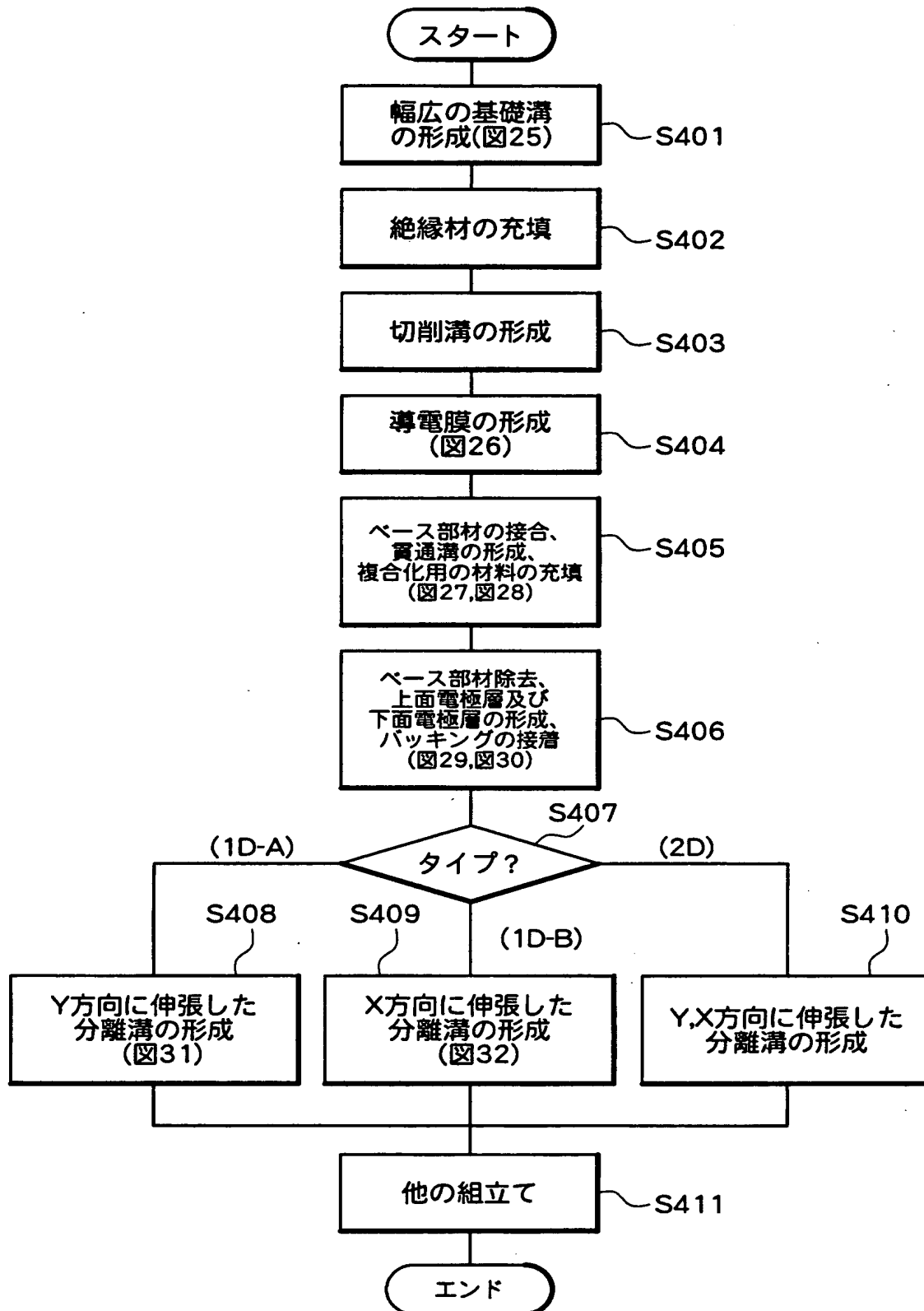
【图 2 2】



【図 23】

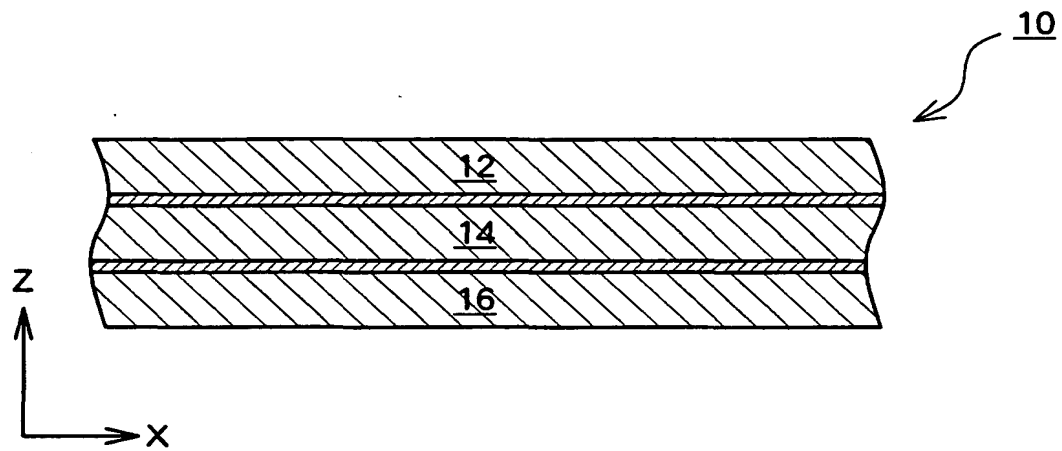


【図 24】

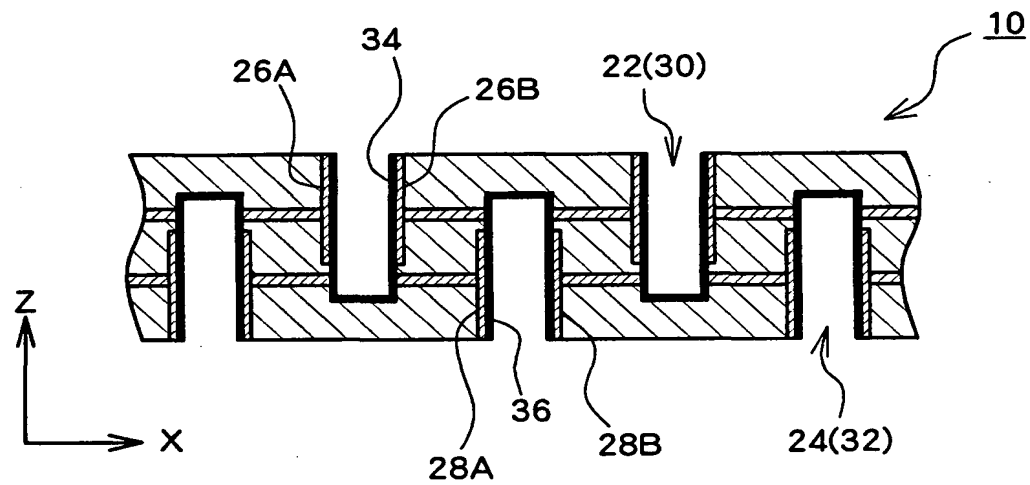




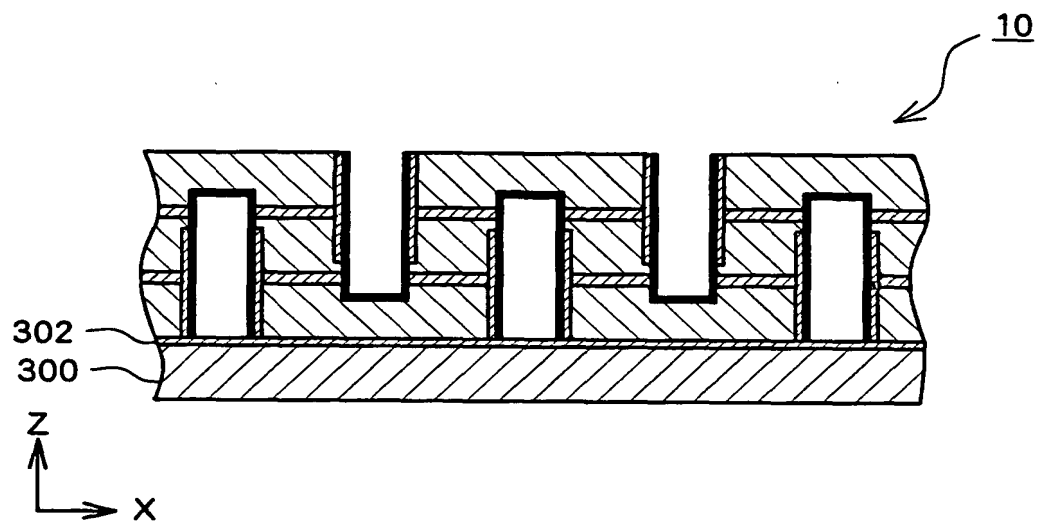
【図 25】



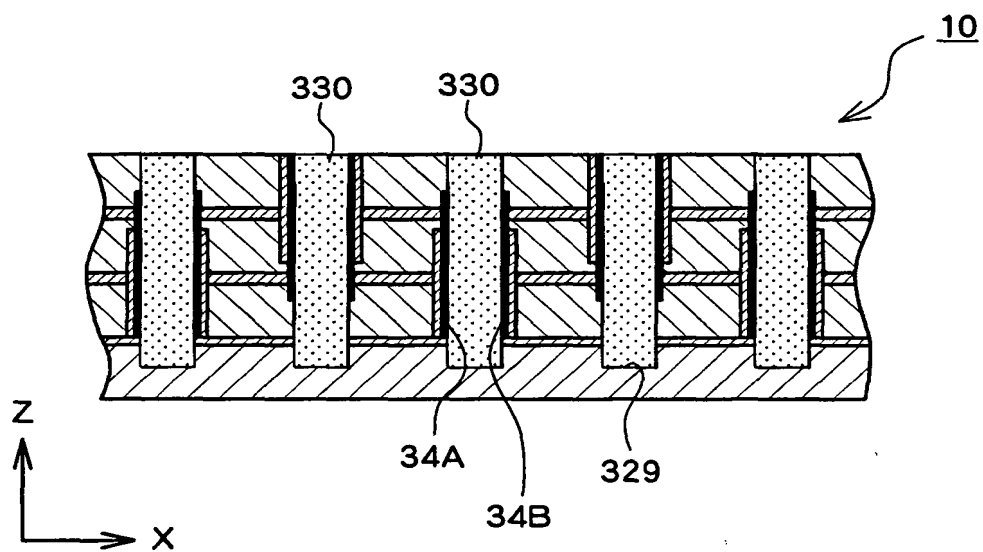
【図 26】



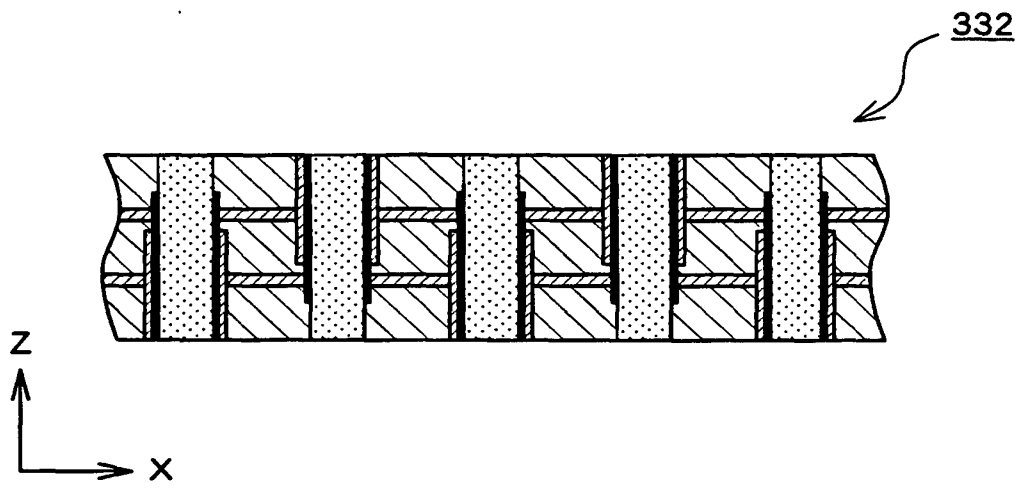
【図 2 7】



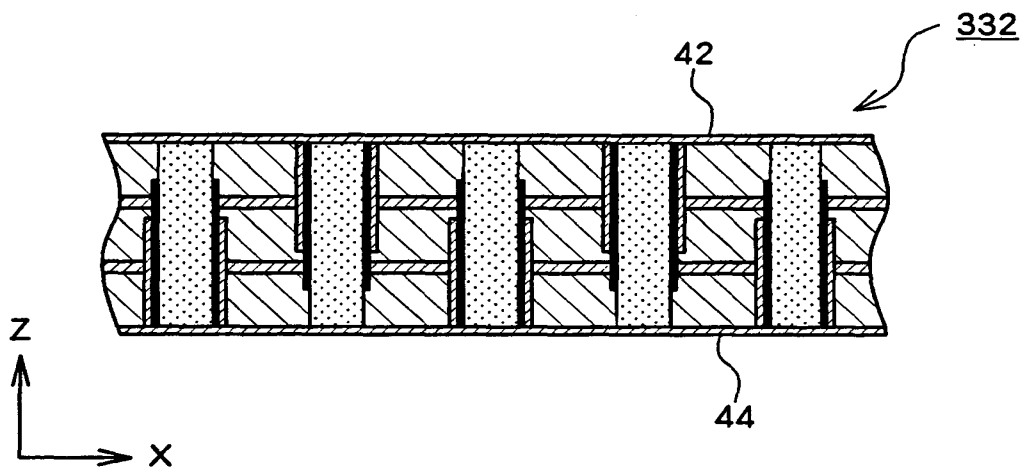
【図 2 8】



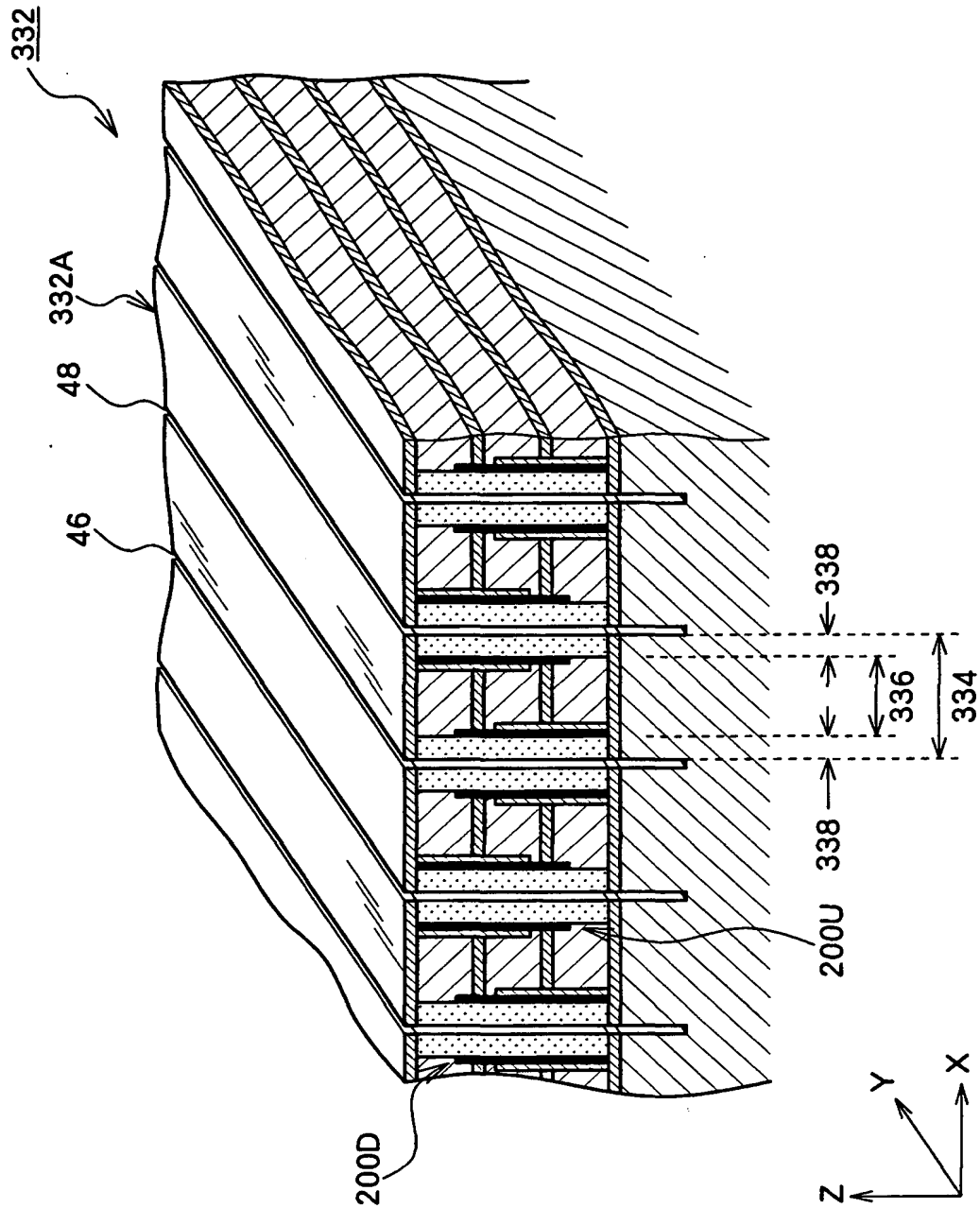
【図 2 9】



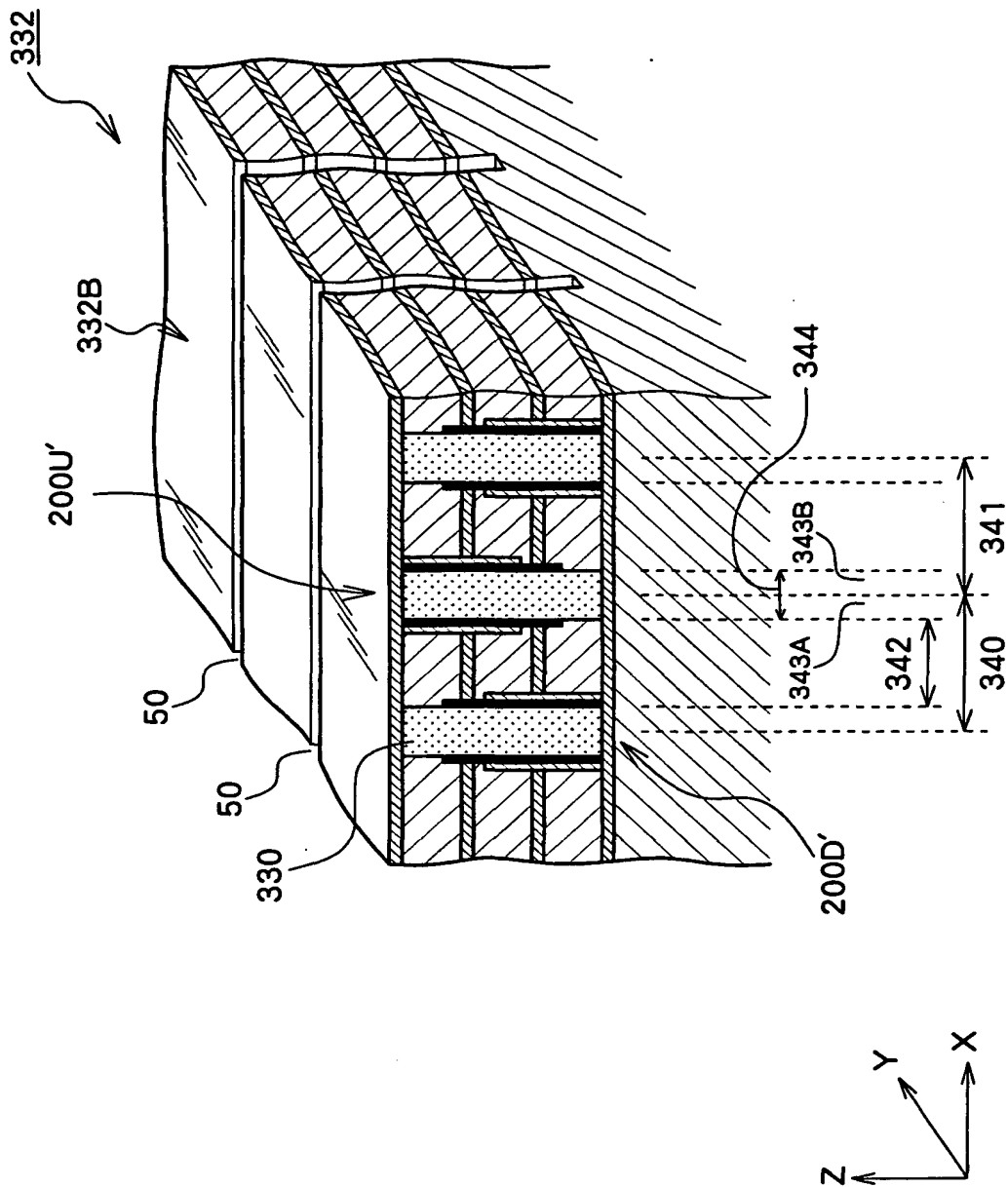
【図 3 0】



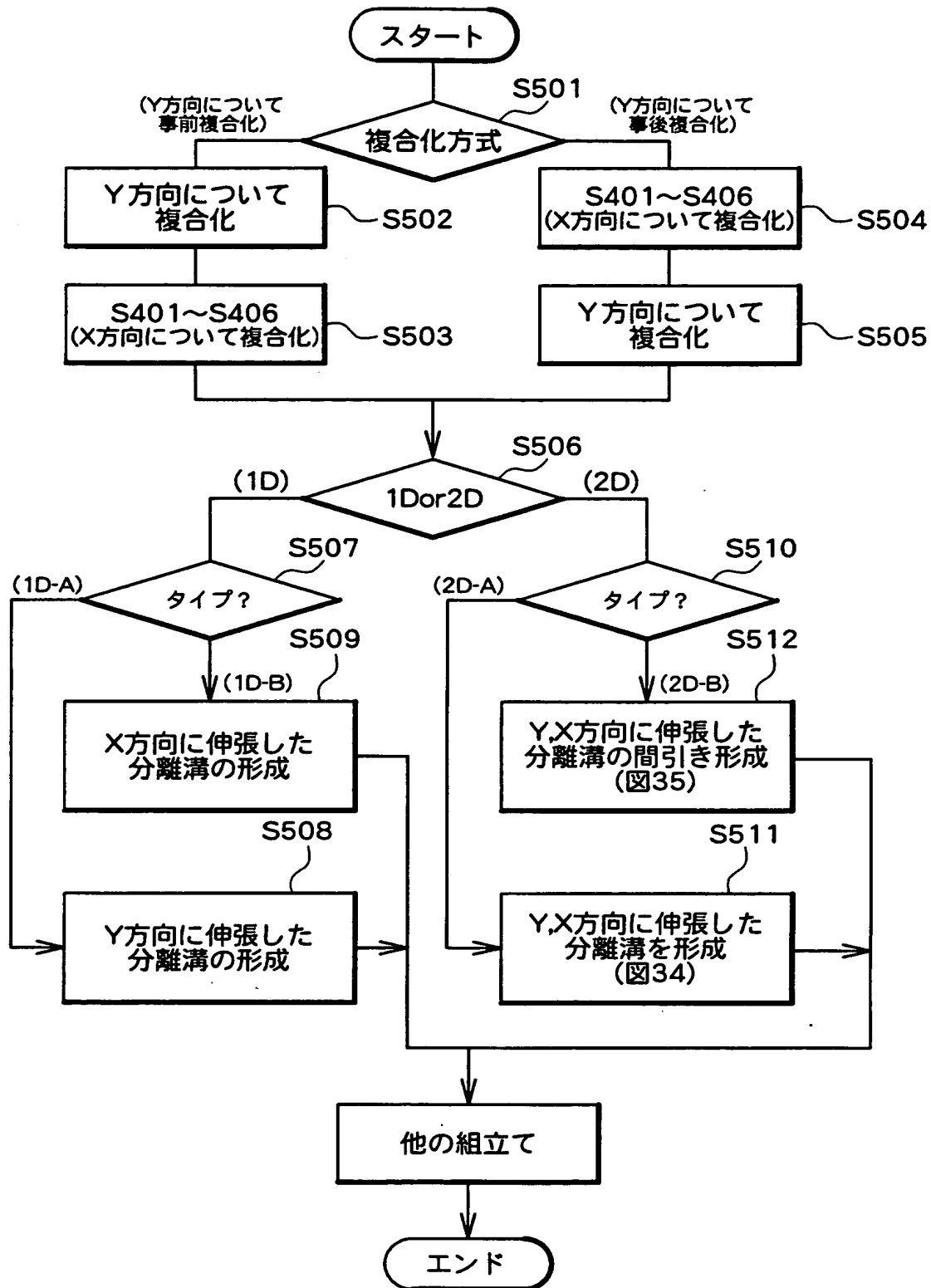
【図 31】



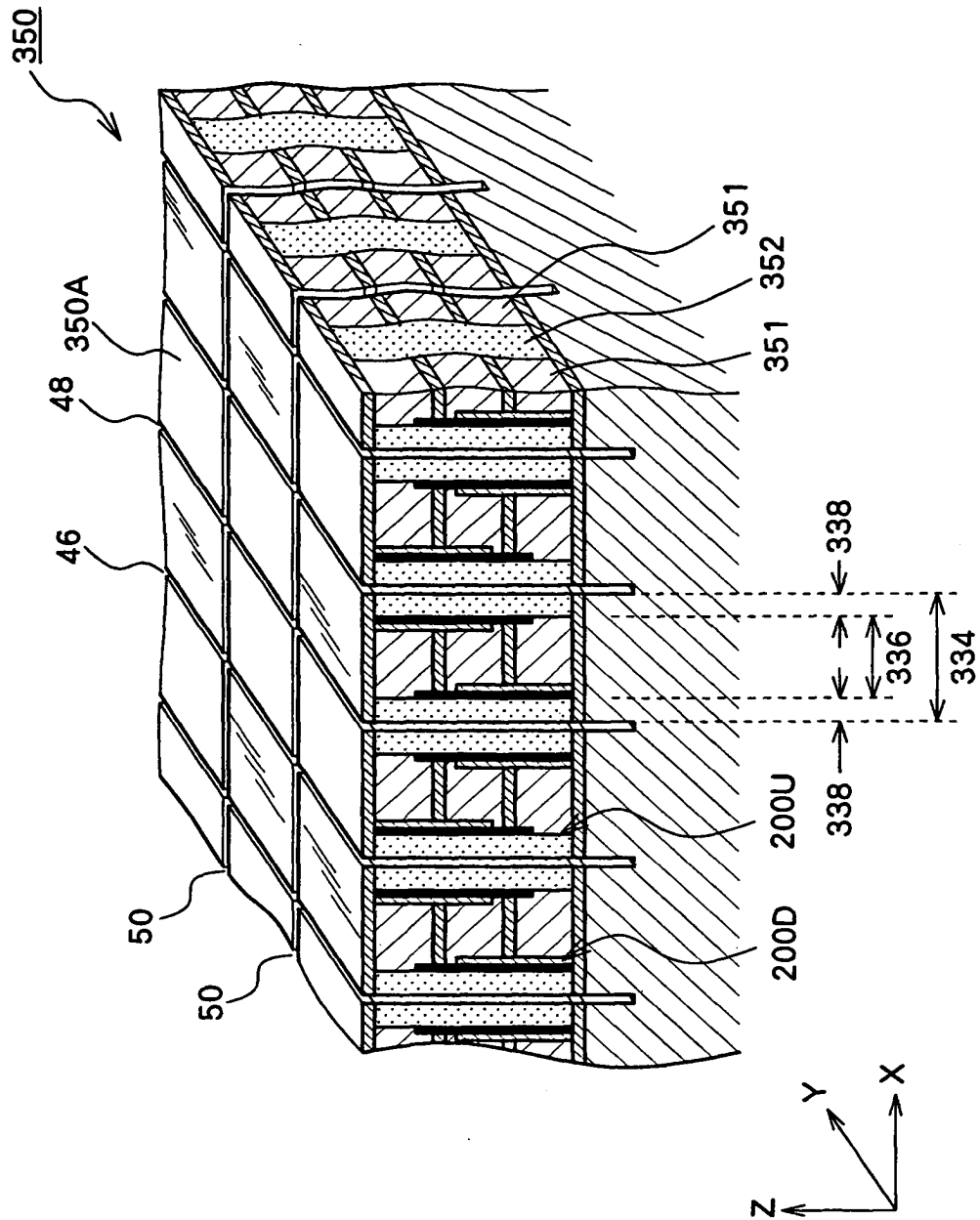
【図 3 2】



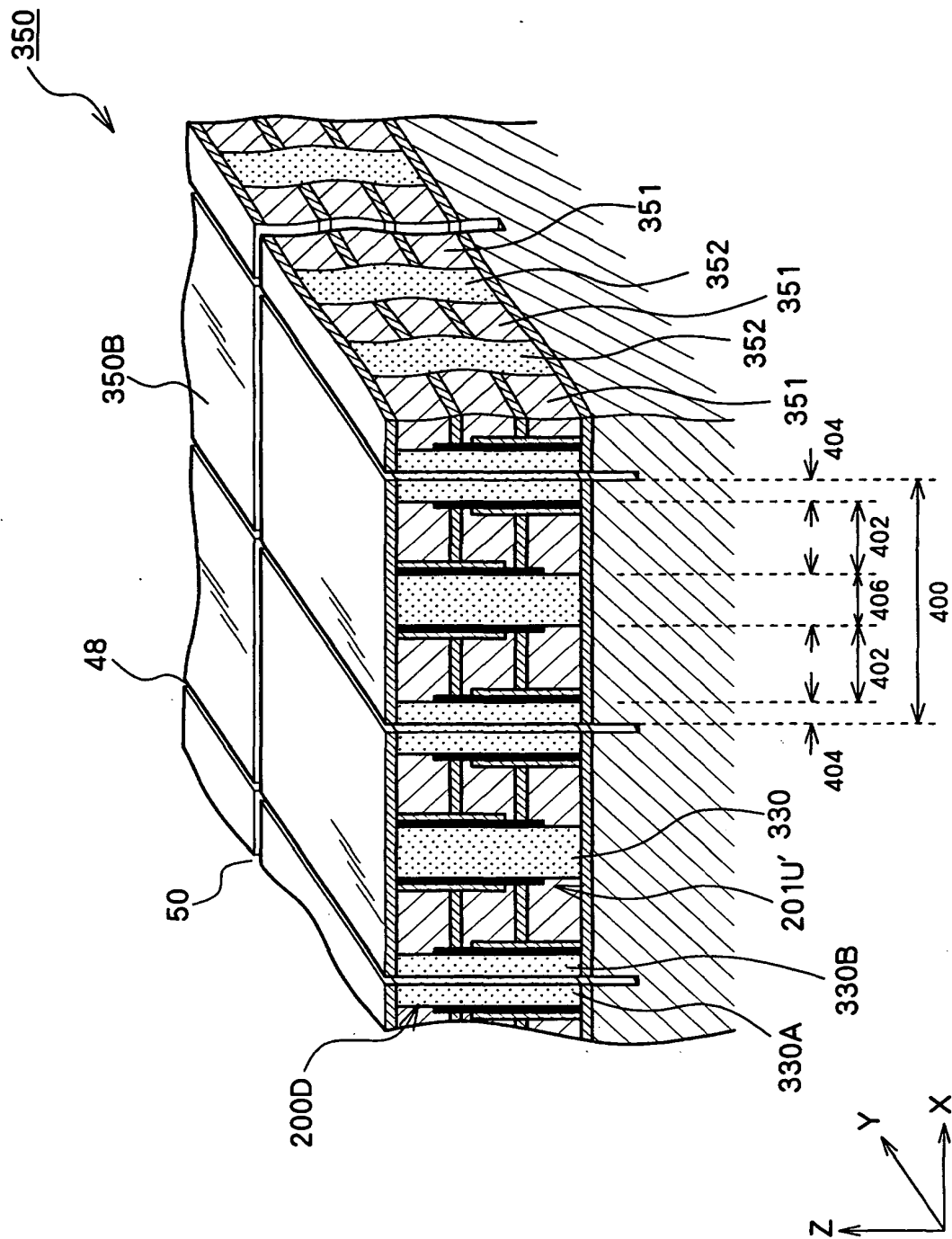
【図 33】



【図 34】



【图 3 5】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 良好な性能を有する複数の積層型振動素子からなるアレイ振動子を提供し、またその効率的な製造方法を提供する。

【解決手段】 隣接する2つの振動素子に跨って特定構造（対向構造）200U，200Dが構築される。各振動素子においては、上面電極層42A及び内部電極層20Bに対してグランド用の第1垂直電極層が接続され、下面電極層44A及び内部電極層18Bに対してシグナル用の第2垂直電極層が接続される。特定構造200U，200Dの構築に当たっては、積層体10に対する溝形成及び溝充填などの工程が繰り返し実行される。最終的に複数の分離溝46，48を形成することにより、積層体10が複数の振動素子に分割される。一方、各振動素子が水平方向に複合化される。その複合化は、特定構造の形成前、形成中及び形成後のいずれかの段階で実行される。

【選択図】 図9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390029791]

1. 変更年月日 1990年11月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号  
氏 名 アロカ株式会社